THESIS

CANALOGRAFIE

Röntgenologisch onderzoek van de peridurale ruimte in het lumbosacrale deel van het wervelkanaal.

LANE LIBRARY. STANFORD UNIVERSITY

W. LUYENDIJK

CANALOGRAFIE

Röntgenologisch onderzoek van de peridurale ruimte in het lumbosacrale deel van het wervelkanaal.

CANALOGRAPHY

Röntgenological examination of the peridural space in the lumbosacral part of the vertebral canal.

With a summary

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/canalografie0000unse

CANALOGRAFIE

Röntgenologisch onderzoek van de peridurale ruimte in het lumbosacrale deel van het wervelkanaal.

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DE GRAAD VAN DOCTOR IN DE GENEESKUNDE AAN DE RIJKSUNIVERSITEIT TE LEIDEN, OP GEZAG VAN DE RECTOR MAGNIFICUS DR. G. SEVENSTER, HOOGLERAAR IN DE FACULTEIT DER GODGELEERDHEID, TEGEN DE BEDENKINGEN VAN DE FACULTEIT DER GENEESKUNDE TE VERDEDIGEN OP DONDERDAG 12 APRIL 1962 TE 16 UUR

door

WILLEM LUYENDIJK

geboren te 's-Gravenhage in 1917

N.V. DRUKKERIJ V/H J. J. GROEN & ZOON, LEIDEN

PROMOTOR: PROFESSOR DR. J. R. VON RONNEN

DE UITGAVE VAN DIT PROEFSCHRIFT IS ONDERSTEUND DOOR HET
WERTHEIM SALOMONSON FONDS TE AMSTERDAM

Röntgenologie: Radiologische afdeling, Academisch Ziekenhuis Leiden (hoofd: PROF. DR. J. R. VON RONNEN).
Valeriuskliniek te Amsterdam
(Directeur: PROF. DR. L. VAN DER HORST,
hoofd Radiologische afdeling:
PROF. DR. B. G. ZIEDSES DES PLANTES).

Controle van statistische berekeningen: Instituut voor Theoretische Biologie.
(Directeur: PROF. DR. H. R. VAN DER VAART).

Controle van codering van canalografische afwijkingen: J. DE LANGE, destijds hoofdassistent Neurochirurgische afdeling, Academisch Ziekenhuis Leiden.

Tekeningen: MRS. J. WETSELAAR-WHITTAKER, Academisch Ziekenhuis Leiden.

Fotografie: Centrale fotografische dienst, Academisch Ziekenhuis Leiden, (H. P. KEEKSTRA);
B. ERADES (Neurologische afdeling, Academisch Ziekenhuis Leiden).

Logetronische reproductie: C. TH. RUYGROK (Radiologische afdeling, Academisch Ziekenhuis Leiden).

Administratie: Mejuffrouw G. H. BOESEWINKEL (Neurochirurgische afdeling, Academisch Ziekenhuis Leiden).

Cliché's: Cliché-inrichting Illustratia, Den Haag.

INHOUD

I. Algemene inleiding 1

II. Peridurografie of canalografie 16

III. Anatomie van de peridurale ruimte in het wervelkanaal 23

IV. Het normale canalografische beeld 33

V. Het afwijkende canalografische beeld 53

VI. Indicatie tot canalografie 71

VII. Techniek van het canalografische onderzoek 74

VIII. Invloed op de samenstelling van de lumbale liquor . . . 79

IX. Complicaties 86

X. Indicatie tot operatieve behandeling 100

XI. Techniek van de operatieve ingreep 102

XII. Algemeen overzicht van het canalografisch onderzochte patiënten-materiaal 104

XIII. Canalografische analyse 114

a) Canalografische afwijkingen bij discusprolaps 127

b) Canalografische afwijkingen bij discusprolaps met flankerende osteochondrotische botlippen 142

c) Canalografische afwijkingen bij benige vernauwing van het lumbale wervelkanaal 145

d) Canalografische afwijkingen bij uitgezette peridurale venen 152

e) Canalografische afwijkingen bij peridurale en/of periradiculaire vergroeiingen 154

f) Canalografische afwijkingen bij spina bifida occulta . . 159

g) Canalografische afwijkingen bij het verdikte ligamentum flavum 160

h) Röntgenologische en operatieve bevindingen bij sacrale perineurale wortelcysten 161

i) Canalografische afwijkingen bij spondylolysis 166

k) Canalografische en operatieve bevindingen in een aantal bijzondere gevallen 167

XIV. Vergelijking van de canalografie met de myelografie . . 176
Slotbeschouwing en samenvatting. 181
Conclusion and summary 193
Litteratuur 203

I. ALGEMENE INLEIDING

In het lumbosacrale gedeelte van de wervelkolom komen veelvuldig afwijkingen voor, die tot ernstige klachten en verschijnselen aanleiding kunnen geven. Een niet gering aantal dezer gevallen komt voor chirurgische behandeling in aanmerking.

Het is derhalve begrijpelijk, dat van alle neurochirurgische ingrepen een aanzienlijk percentage in het lumbosacrale terrein plaatsvindt. Wanneer de gevallen van meningocelen resp. meningomyelocelen niet worden medegerekend, blijkt deze groep in ons Leidse materiaal (1954—1960) uit 450 gevallen te bestaan, die aldus 29 % van het gehele operatieve materiaal vormt. De operaties aan de wervelkolom blijken in ruim 75 % in het lumbale en sacrale gebied te zijn geschied. Voor een groot deel betrof dit de chirurgische behandeling van discusprolaps. Deze groep besloeg 58 % van alle gevallen, waar een operatieve ingreep aan de wervelkolom werd verricht.

Zoals bekend manifesteert een laag lumbale resp. lumbosacrale prolaps van de tussenwervelschijf zich klinisch gewoonlijk als een *ischialgie* met verschijnselen van *radiculaire prikkeling* en *uitval.*

In omgekeerde zin wordt in het algemeen te lichtvaardig op grond van dergelijke klachten en verschijnselen tot het bestaan van een discusprolaps besloten, zonder dat hiernaast andere mogelijkheden ernstig in overweging worden genomen. De operatieve exploratie, indien deze volgt, kan dan echter verrassingen opleveren.

In de eerste plaats kunnen de bevindingen bij de exploratie geheel negatief zijn. Bij een deel dezer gevallen had men op grond van reflexafwijkingen en verhoging van het eiwitgehalte in de lumbale liquor zeker andere verwachtingen gehad.

Bij nadere bestudering bleken in deze groep de reflexafwijkingen minder vaak voor te komen — nl. in 6 % der gevallen (HANRAETS) — dan bij de geverifieerde discusprolapsen, waar de frequentie van 40—50 % wordt opgegeven (KOSTICH: 40 %; KRAYENBÜHL: 43 %; HANRAETS: 44 %; BRADFORD en SPURLING: 50 %).

Voor 19 % der gevallen met negatieve exploratie wordt door HANRAETS (1959) een eiwitgehalte van de lumbale liquor hoger dan 35 mgr % opgegeven.

De verhouding van het aantal gevallen met geheel negatieve exploratie tot dat waarin bij operatie discusprolaps is vastgesteld, wordt in de litteratuur door verschillende getallen weergegeven.

In publicaties, die voor 1950 zijn verschenen, worden opgaven van 12—17 % gedaan (MALMROS, 1942; SHINNERS en HAMBY, 1944, 1949; WARIS, 1948; WRIBERG, 1949).

Later verschenen artikelen geven lagere waarden op, bv. KRAYENBÜHL (1953): 2.4 %, TENFEE (1957) voor het door hem in de italiaanse centra verzamelde materiaal: 7—10 %, en HANRAETS (1959): 5 %.

In de tweede plaats is het mogelijk, dat behalve de discusprolaps nog andere afwijkingen worden aangetroffen, zoals spondylarthrotische en osteochondrotische veranderingen, peridurale en vooral periradiculaire ontstekingsverschijnselen, varicosis ed. Deze afwijkingen kunnen ook zonder dat een discusprolaps aanwezig is, vrijwel dezelfde klachten en verschijnselen veroorzaken.

Hoewel het volgens vele auteurs nog zeer de vraag is of sacrale wortelcysten een zelfde symptomatologie kunnen hebben, moet deze afwijking in dit verband wel worden vermeld.

Zeker kunnen tumoren uitgaande van de cauda equina of van het onderste deel van het ruggemerg klachten en verschijnselen veroorzaken, die zich niet of nauwelijks onderscheiden van die bij een discusprolaps. Hierover zijn in de litteratuur verscheidene mededelingen gedaan. (LOVE, 1944; LINDGREN, 1948; DE GROOD, 1950; TOURNEY cs, 1950; DODGE cs, 1951 en CRAIG cs, 1952).

Het betreft meestal neurofibromen, meningeomen, ependymomen en epidermoiedcysten. Van de groep patiënten, die wegens verdenking op een discusprolaps geopereerd zijn, wordt voor deze gevallen een verschillend percentage opgegeven. Dit getal beweegt zich gewoonlijk tussen 0,4 en 4,5 %; alleen LOVE (1944) geeft een aanzienlijk hogere frequentie op nl. van 15 tumoren op 100 gevallen.

ODELL en KEY (1955) hebben er op gewezen, dat werveltumoren eveneens een radiculaire symptomatologie kunnen hebben, die geheel op die van een discusprolaps gelijkt. Hetzelfde is beschreven voor retroperitoneale tumoren in het gebied van het kleine bekken (SILLEVIS SMITT en SMIT, 1933; ANDERSON en ALPERS, 1953).

Door CIBERT cs (1956) is een merkwaardig ziektebeeld beschreven, dat door hen peri-ureteritis wordt genoemd. Hierbij vindt littekenachtige verandering van het retroperitoneale bindweefsel plaats als gevolg van een chronisch ontstekingsproces. De ureteren kunnen hierdoor worden gecomprimeerd, maar eveneens de retroperitoneale bloedvaten en zenuwstammen. Door dit laatste worden irradierende pijnen veroorzaakt, die aan een wortelcompressie in het wervelkanaal doen denken. Als een ander uitzonderlijke oorzaak van irradierende pijn moge het geval van DENTON en SHERILL (1955) worden vermeld, waarbij de ischialgie werd veroorzaakt door endometriosis van de n. ischiadicus.

Behalve de symptomatologie van radiculaire ischialgie met prikkelings- resp. uitvalsverschijnselen kan door een aantal der genoemde afwijkingen het beeld van *compressie van de cauda equina* worden veroorzaakt. Dit

geldt begrijpelijkerwijze vooral voor grote ruimte beperkende processen, zoals bv. tumoren. Maar evenzeer is het mogelijk, dat dit beeld tot stand komt door andere oorzaken, zoals een grote hernia nuclei pulposi. Maar bovendien kan het beeld van het *orthotische cauda syndroom* (GELDEREN, 1948) het onderzoek op het lumbosacrale gebied richten. De klachten en verschijnselen bestaan uit krachtsverlies, gevoelloosheid resp. gevoel van doofheid in het distale gebied der onderste extremiteiten of bilaterale ischialgie. Zoals door de naam van dit syndroom wordt aangegeven, treden deze klachten alleen op, wanneer de patiënt enige tijd heeft gestaan of gelopen, terwijl ze weer geheel verdwijnen tijdens rust. Wel kunnen de patiënten nog vage rugklachten overhouden, maar er worden dan bij onderzoek slechts geringe of in het geheel geen verschijnselen gevonden. De loopstoornissen kunnen in sterke mate gelijken op dysbasia intermittens, die gewoonlijk op een doorbloedingsstoornis van de beenspieren berusten (tgv endarteriitis van Bürger ed.). Betrekkelijk zelden kunnen doorbloedingsstoornissen van het ruggemerg er de oorzaak van zijn, zoals in 1911 door DEJERINE en later door RAMSEY HUNT e.a. werd vastgesteld. In een klein deel der gevallen van dysbasia intermittens blijken de verschijnselen te moeten worden toegeschreven aan een vernauwing van het onderste deel van het wervelkanaal. Deze anomalie is in de klinische litteratuur het eerst beschreven door SARPYENER (1945, 1947). Door VERBIEST (1950, '51, '54, '55, '56) werd de relatie gelegd tussen de vernauwing van het lumbale wervelkanaal en verschijnselen van orthotische compressie der caudawortels. Deze berust waarschijnlijk op een aanlegstoornis van één of meerdere wervels als gevolg waarvan de boog te weinig ruimte biedt voor de durale zak met zijn inhoud. De benige stenose van het wervelkanaal leidt vooral tot verschijnselen, wanneer zich hieraan een lichte uitpuiling van de tussenwervelschijf, een verdikt ligamentum flavum of een osteochondrotische botrand toevoegt (SCOTT, 1955). STEENWINKEL (1959) heeft er de aandacht op gevestigd, dat dit dysbasie (en dysstasie) syndroom ook veroorzaakt kan worden door wortelcompressie als gevolg van discusprolaps.

Indien nu bij een patiënt een afwijking in het onderste gebied van het wervelkanaal wordt vermoed, kan het voor het stellen der diagnose gewenst zijn een röntgenologisch onderzoek met contraststof te verrichten. Hierdoor is het mogelijk inzicht te verkrijgen in de localisatie en eventueel de aard van de afwijking. Vooral indien een operatieve behandeling zal moeten volgen, kunnen deze gegevens van het grootste belang zijn. Indien men de beschikking zou hebben over een dergelijke methode van onderzoek, waarmede volstrekt zekere gegevens zouden worden verkregen en de patiënt geen schade berokkend zou kunnen

worden, dan zou men deze als regel praeoperatief kunnen verrichten. Hierdoor zou het ideaal benaderd worden, de omvang van de operatieve ingreep tot het afwijkende niveau te beperken, waardoor zo min mogelijk schade aan het statische apparaat wordt toegebracht. Aangezien echter de momenteel ter beschikking staande röntgenologische onderzoekmethoden geen van alle geheel onschadelijk genoemd kunnen worden, zijn de meningen over de toepassing van dit onderzoek zeer verdeeld. Dit geldt vooral ten aanzien van de prolaps van de tussenwervelschijf. Enerzijds wordt de opvatting verdedigd, dat in elk geval, dat verdacht wordt van een discusprolaps en waarin een operatie wordt overwogen, myelografie gewenst is (o.a. LANSCHE en FORD, 1960; TAPTAS, 1960). (hierbij wordt de liquorruimte binnen het wervelkanaal door een hierin gebracht contrastmiddel in beeld gebracht.) Anderzijds kunnen vele auteurs worden genoemd, die dit onderzoek onnodig en schadelijk achten. Deze groep stelt zich tevreden met de uitkomsten van het klinische neurologische onderzoek en gaat er vanuit, dat de verwachte discusprolaps zich gewoonlijk ter hoogte van één van de beide laatste tussenwervelschijven zal bevinden.

In de litteratuur worden voor de localisatie van lumbale discusprolapsen boven de vierde lumbale wervel lage percentages opgegeven. Bij een aantal auteurs liggen deze waarden tussen 1 en 4 %. (ABBOTT cs, 1957; ARMSTRONG, 1959; O'CONNELL, 1951; RAAF, 1959; SICARD cs, 1958). Hogere frequenties worden opgegeven door LOVE en WALSH (1940) en TAPTAS (1960) nl. 8,5 en ruim 9 %. Dit geeft vooral te denken, doordat de eerstgenoemde onderzoekers er voorstanders van zijn het praeoperatieve contrastonderzoek niet of slechts incidenteel te verrichten, in tegenstelling tot bv. TAPTAS!

Tenslotte moet een grote groep van auteurs worden vermeld, die myelografisch onderzoek slechts in die gevallen toepassen, waar het klinische beeld van de vermeende discusprolaps aanleiding geeft tot twijfel over de aard resp. de localisatie van de aandoening. Dit geldt bv. voor de gevallen, waar de klachten en symptomen in het beloop van de aandoening een wisselend karakter tonen, of waar de radiculaire symptomatologie nauwelijks op de voorgrond staat, terwijl een scoliose resp. kyphoscoliose een ernstig discaal lijden doet vermoeden.

Il est bien difficile de parler quelque temps de son prochain sans finir par en dire du mal.

Madame d'Arconville.

METHODEN VAN ONDERZOEK:

a. Klinisch neurologisch onderzoek

Bij patiënten met een karakteristieke anamnese van pijn onder in de rug, waarbij deze in een latere phase in één of beide benen is gaan uit-

stralen en onder invloed van hoesten, niezen of persen verergert, denkt men uiteraard direct aan de mogelijkheid van een discusprolaps. Worden bij het klinische onderzoek een beperkte bewegelijkheid in het onderste deel van de rug en duidelijke verschijnselen gevonden van laedering van laag lumbale resp. van de eerste sacrale wortels, dan bevestigen deze vondsten het genoemde vermoeden. Een laatste twijfel wordt dan gewoonlijk nog weggenomen, wanneer door middel van een aantal handgrepen de verschijnselen van radiculaire irritatie (pijn, paraesthesieën) kunnen worden verergerd resp. worden opgeroepen; hierbij wordt gedoeld op de proef van Naffziger (compressie van de venae jugulares), de handgreep van Lasègue en die van Kemp, alsmede het hoofdbuigsymptoom. Als regel wordt de proef van Naffziger bij de staande patiënt uitgevoerd. Aangezien vele dezer patiënten echter in een toestand verkeren, dat het onderzoek liggend moet worden verricht, wordt door ons een modificatie van deze proef toegepast: eerst wordt het been, waarin de pijn uitstraalt resp. het sterkste irradieert, gestrekt geheven zoals bij de handgreep van Lasègue gebruikelijk is. Dit heffen geschiedt zover, dat nog juist geen heftige pijnprovocatie optreedt. Vervolgens worden in deze situatie de venae jugulares gecomprimeerd. In gevallen van druk op een wortel tengevolge van discusprolaps ondervindt de patiënt dan hierbij veelvuldig een toename van pijn resp. van paraesthesieën.
Tenslotte zij vermeld, dat in de lumbale liquor een lichte vermeerdering van het eiwitgehalte kan worden gevonden, die zelden de waarde van 100 mg % overschrijdt.
Met het bovenstaande is slechts een oppervlakkige schets gegeven van het ziektebeeld van een discusprolaps in zijn meest karakteristieke vorm. Zoals hiervoor reeds is uiteengezet, verschaffen de aldus verkregen gegevens in een aantal gevallen geen voldoende zekerheid omtrent de aard en de localisatie van de aandoening.
Steeds dient er rekening mee te worden gehouden, dat overeenkomstige klachten en verschijnselen, behalve door een discusprolaps, eveneens door andere pathologische afwijkingen kunnen worden veroorzaakt. Het kan in vele gevallen moeilijk zijn deze onderling te differentiëren.

Hoewel het niet doenlijk is om binnen het kader van deze inleiding al deze facetten te belichten, mogen als voorbeeld de ervaringen van DE GROOD (1950) worden geciteerd. Hij beschreef 6 tumoren van de cauda equina, waarbij de klachten en verschijnselen aanleiding waren tot operatie in de verwachting een hernia nuclei pulposi te vinden. Het was in deze gevallen opmerkelijk, dat de proef van Naffziger steeds negatief uitviel, terwijl het hoofdbuigsymptoom in sterke mate positief was. Tevens bleek het eiwitgehalte van de lumbale liquor aanmerkelijk hoger te zijn, dan in gevallen van discusprolaps verwacht kan worden. Tijdens de klinische observatie viel het op, dat deze patiënten, met rust in geen enkel opzicht verbeterden, hetgeen gewoonlijk wel het geval is bij discusprolaps.

Zoals hiervoor reeds werd vermeld, kunnen ruimte innemende processen in het onderste gebied van het lumbosacrale wervelkanaal tot het caudasyndroom aanleiding geven, als gevolg van druk op de passerende vezels van de cauda equina. Het klinisch neurologische beeld wordt gekenmerkt door motorische en sensibele uitvalsverschijnselen in de onderste lumbale alsmede de sacrale segmenten met inbegrip van functiestoornissen van blaas en rectum, en in de genitale sfeer. Hoewel dit een uitgesproken beeld vormt, kan de onderscheiding van een conusaandoening moeilijk zijn. Gewoonlijk toont de uitbreiding der uitvalsverschijnselen bij een caudasyndroom een asymmetrie, hetgeen vooral het geval is bij lage localisatie van het proces; voorts staan pijnklachten vaak op de voorgrond.
Zoals reeds werd opgemerkt, kan de caudacompressie behalve door tumoren eveneens worden veroorzaakt door een massale hernia nuclei pulposi. Gewoonlijk ontstaat na een meer of minder lange voorgeschiedenis van lage rugpijn, vrij plotseling een uitgebreide uitval van sensibele en motorische functies in de laag lumbale alsmede de sacrale segmenten. Dat hierbij stoornissen van de mictie en de defaecatie optreden behoeft geen nader betoog. Min of meer in tegenstelling tot het bovenstaande behoeven pijnklachten hierbij nauwelijks op te treden.
In het voorgaande werd bij de vermelding van het orthotische caudasyndroom resp. de benige stenose van het wervelkanaal reeds beschreven, dat bij het klinisch neurologische onderzoek van de liggende patiënt geen of slechts geringe uitvalsverschijnselen kunnen worden vastgesteld. Ligt een compressie der lumbosacrale wortels door discusprolaps aan het syndroom van dysbasie ten grondslag, dan worden gewoonlijk ook in rust radiculaire prikkelings- en uitvalsverschijnselen gevonden.

b. Röntgenologisch onderzoek:

Bij het röntgenologische routine onderzoek van de lumbosacrale wervelkolom kunnen afwijkingen worden gevonden, die diagnostische aanknopingspunten bieden voor de klachten en verschijnselen van de patiënt. Als regel worden foto's gemaakt in voor-achterwaartse en zijdelingse richting. In vele gevallen worden hieraan opnamen in halfzijdelingse — 3/4 — richting toegevoegd. In een aantal gevallen kunnen zijdelingse opnamen in voor- en achterover gebogen houding nuttige informaties opleveren. Indien discusprolaps bestaat, worden veelvuldig verschijnselen van discusdegeneratie waargenomen, zoals versmalling van de tussenwervelschijf, onregelmatigheden en sclerosering van de dekplaten der wervellichamen en randlijstvorming. Tevens wordt vaak een lichte standverandering van de belendende wervellichamen gezien zoals een retropositie van de bovenste, een torsie of torsiescoliose. Op zijdelingse

foto's in voor- en achterover gebogen houding kunnen vele dezer afwijkingen vaak duidelijker worden waargenomen; tevens valt hierbij de bewegingsbeperking in het gebied van de gedegenereerde tussenwervelschijf op.

Hoewel discusdegeneratie met prolaps van de tussenwervelschijf gepaard kan gaan, vormt ze hiervoor geen strikte aanwijzing. Vele malen is gebleken, dat een discusdegeneratie bestaat, zonder dat prolabering in het wervelkanaal is opgetreden. Omgekeerd is discusprolaps vele malen operatief vastgesteld zonder dat afwijkingen op de röntgenfoto's zijn gezien. In andere gevallen is juist een opvallende verbreding van de tussenwervelruimte waargenomen. Eveneens uit eigen ervaring kan worden vermeld, dat bij een niet gering aantal patienten een dissociatie is gevonden van de localisatie der beide afwijkingen; hiermede wordt bedoeld, dat in gevallen van prolaps van een tussenwervelschijf bij operatie gebleken is, dat de localisatie ervan niet met het niveau van de gedegenereerde tussenwervelschijf overeenstemde.

Uiteraard kunnen door het röntgenologische routineonderzoek tal van andere afwijkingen zichtbaar worden gemaakt, die de klachten en verschijnselen van de patient kunnen verklaren, zoals tumoren, spondylitis, fracturen, spondylolisthesis, spondylolysis, ernstige osteochondrotische en spondylarthrotische afwijkingen. In vele gevallen echter zullen slechts meer of minder duidelijk aanwijzingen worden verkregen, die op zichzelf niet voldoende zekerheid verschaffen. Hierdoor treedt de behoefte tot methoden van onderzoek met contraststoffen [1] naar voren, waardoor met grotere zekerheid informaties kunnen worden verkregen betreffende de localisatie, de uitbreiding en zo mogelijk van de aard van de ziekelijke afwijking.

Met de volgende methoden van röntgenologisch onderzoek kunnen afwijkingen in het wervelkanaal zichtbaar worden gemaakt:

1. MYELOGRAFIE

Hiervoor wordt een contraststof in de spinale liquorruimte gespoten, die op de röntgenfoto resp. bij doorlichting zichtbaar is en waarmede

[1] Onder „contrast" wordt in de conventionele betekenis een in het oog vallende tegenstelling verstaan. In de spreektaal van klinici en röntgenologen wordt het woord „contrast" gebezigd voor „contraststof" en eveneens voor de schaduw, die door de contraststof op de röntgenfoto wordt gegeven.
Indien men deze vakterm in dien zin gebruikt, kan dit tot verwarring aanleiding geven, hetgeen derhalve is vermeden.
Consequent toegepast zou dit voor samengestelde uitdrukkingen tot veelvuldig gebruik van ingewikkelde omschrijvingen leiden, hetgeen de leesbaarheid beslist niet ten goede zou komen. Dit is dan ook de reden geweest, om de vakterm „contrast" in sommige samengestelde uitdrukkingen te handhaven, zoals in contrastkolom, contrastband, contrastlijn, contrastbeeld.

aldus de contouren van deze ruimte in beeld kunnen worden gebracht. Myelografie kan worden verricht met:

a. olieachtige jodiumhoudende contraststof,
b. waterige jodiumhoudende contraststof,
c. gas.

Deze contraststoffen worden door middel van een cisternale of lumbale punctie in de liquorruimte gespoten. De patiënt wordt — gewoonlijk in buikligging — op een hellende tafel geplaatst, waardoor de eventuele verplaatsing van de contraststof onder doorlichting kan worden bestudeerd. Zo nodig kunnen de beelden fotografisch worden vastgelegd.

ad a.) De meest gebruikte *olieachtige contraststoffen* zijn Lipiodol en sinds 1943 het jophendulaat (Iophendulate, USP), dat als Pantopaque en Ethiodan bekend is.
Lipiodol is papaverolie, waaraan jodium is gebonden. Deze contraststof is in 1922 door SICARD en FORESTIER voor het eerst toegepast. Voor de myelografie wordt meestal gebruik gemaakt van 40%-ige „lipiodol descendante", dat zwaarder is dan de liquor cerebrospinalis.
Het jophendulaat (Pantopaque, Ethiodan) is een mengsel van isomere esters, waarvan het ethyl-jodophenyl-undecylaat wel de belangrijkste is. Het gebruik van deze stof bij de myelografie heeft in het begin der veertiger jaren ingang gevonden en sindsdien ruime toepassing gekregen. Als voordeel boven Lipiodol wordt aangegeven, dat het jophendulaat minder viskeus is en dientengevolge gemakkelijker kan worden verplaatst. Bovendien zou het op den duur beter worden geresorbeerd. BERING (1950) heeft 25 patiënten vervolgd, waarbij een hoeveelheid Pantopaque, variërend van 1 tot 6 ml in de liquor ruimte is gespoten. Hij heeft hierbij kunnen vaststellen, dat de hoeveelheid contraststof in de loop van een aantal jaren allengs vermindert en tenslotte verdwijnt, althans niet meer wordt gezien. Hierbij zijn individuele verschillen waargenomen, maar in het algemeen heeft hij kunnen waarnemen, dat de contraststof relatief sneller verdwijnt, wanneer grotere hoeveelheden Pantopaque zijn ingespoten geweest. Hierbij dient echter wel te worden opgemerkt, dat de resorptie van Pantopaque beoordeeld is aan de vermindering van de röntgenologische contrastwerking. Het kan derhalve niet als bewijs gelden voor het verdwijnen van de gehele stof. Deze twijfel wordt in de litteratuur door anderen gedeeld (HURTEAU cs 1954). Dat jodiumhoudende fracties allengs worden geresorbeerd blijkt niet alleen uit de röntgenologische ervaringen van BERING, maar eveneens uit chemische bepalingen van het bloedserum. BLOM, TERPSTRA en QUERIDO (1954) hebben kunnen aantonen, dat bij patiënten, die tevoren myelo-

grafisch zijn onderzocht, storende uitkomsten worden verkregen bij de bepaling van het gehalte van aan eiwit gebonden jodium (PBI). Dit blijkt eveneens te gelden, wanneer Lipiodol voor de myelografie is gebruikt. Bij onderzoekingen met wateroplosbare jodiumverbindingen, die snel worden geresorbeerd en uitgescheiden, blijken dergelijke stoornissen van lichtere aard en kortere duur te zijn.

Wij hebben deze bevindingen kunnen bevestigen bij patiënten, die na een hypofysectomie te hebben ondergaan, op het PBI-gehalte van het bloedserum zijn onderzocht. (LUYENDIJK, 1957, 1960; BRINKERINK en LUYENDIJK, 1961). Dit onderzoek is verricht om na te gaan of de hypofysectomie compleet is geweest. Indien de patient vroeger aan een onderzoek met een jodiumhoudende olieachtige contraststof onderworpen is geweest, blijkt het PBI-gehalte aanmerkelijk verhoogd te zijn, waardoor deze bepaling als maatstaf voor de postoperatieve controle vervalt. Een belangrijke vraag is of de olieachtige contrastmiddelen goed worden verdragen, resp. in de liquorruimten schade kunnen berokkenen. Als antwoord hierop kan in het algemeen worden gezegd, dat de meeste patiënten de myelografie zowel met Lipiodol als met Ethiodan goed doorstaan. In niet weinig gevallen wordt na afloop over een onaangename sensatie of pijn in het gebied van de stuit geklaagd, maar deze klacht is gewoonlijk niet al te ernstig en van tijdelijke aard.

Maar elke klinicus, die met deze wijze van onderzoek vertrouwd is, kent gevallen, waarin na myelografie een kortdurende toestand van meningeale prikkeling optreedt, waarbij eiwit- en celvermeerdering in de cerebrospinale liquor kan worden vastgesteld. Ernstige vormen hiervan zijn in de litteratuur beschreven (TARLOV, 1945; LUCK, LEITH en BURRAGE, 1951).

Onlangs heeft TAREN (1960) een allerheftigste reactie na Pantopaque myelografie beschreven. Negentien uren na het onderzoek ontstond in zijn geval een ernstig beeld van meningeale prikkeling gepaard met coma, verschijnselen van intracraniële drukverhoging en uitvalsverschijnselen van verscheidene craniële zenuwen.

Hoewel bij het optreden dezer complicaties ongetwijfeld individueel verschillende gevoeligheden een rol spelen, dient echter eveneens rekening te worden gehouden met chemische onzuiverheden van het toegepaste praeparaat. Zo had men in Indonesië na de bevrijding aldaar in 1945, de beschikking over een aantal gesloten ampullen Lipiodol. Deze waren echter jarenlang bewaard gebleven en het viel op, dat de gebruikelijke strogele tint van het vers afgeleverde praeparaat, plaats had gemaakt voor een bruine kleur. Toen men met deze bruinverkleurde oude Lipiodol myelografie verrichtte, ontstond hierna als regel een meningeale prikkelingstoestand van meer of minder ernstige aard. (VON RONNEN, persoonlijke mededeling).

Door pharmaceutisch onderzoek van de bruinverkleurde oude Lipiodol is vrij jodium in dit praeparaat aangetoond (BLOK, persoonlijke mededeling). Het is derhalve zeer goed denkbaar verband te leggen tussen deze bevinding en het optreden van de meningeale prikkelingstoestand. Hiernaast blijft echter de mogelijkheid bestaan, dat afbraakproducten van de papaverolie zijn ontstaan, die (mede) voor de pathologische reactie verantwoordelijk kunnen worden gesteld. Hiermede zou de bevinding van VERBIEST (1939) in overeenstemming zijn te brengen, die experimenteel ernstige meningeale prikkeling heeft kunnen teweegbrengen door vetzuren in de liquorruimte te spuiten.
Tevens zijn de beelden na myelografie maar al te zeer bekend, waar over een groot traject verspreid vele contrastdruppeltjes in de arachnoidale ruimte, rond de wortels en zelfs in de basale cisternen onbewegelijk zijn komen vast te zitten, waarschijnlijk als gevolg van locale arachnitis. Hetzelfde geldt trouwens voor het contrastdepot in de onderste punt van de lumbale zak. HURTEAU cs (1954) hebben vastgesteld, dat het Pantopaque reeds 24 uur na het inbrengen gefixeerd kan zijn. Wat dit laatste betreft is het onze ervaring, dat Ethiodan in het algemeen sneller gefixeerd raakt dan Lipiodol.
Zoals HURTEAU, BAIRD en SINCLAIR (1954) hebben beschreven, kan dit tenslotte tot ernstige uitvalsverschijnselen aanleiding geven, nl. een laesie van de cauda equina.

Twee dergelijke gevallen werden door hen operatief geëxploreerd, waarbij bleek, dat zich in het onderste deel van de lumbale zak een massale bindweefselachtige vergroeiing van de caudale wortels bevond. In een der beide gevallen werd een geincysteerde hoeveelheid Pantopaque aangetroffen. In een derde geval werd een lumbale arachnitis gevonden van minder ernstige graad en uitbreiding.

ERICKSON (1952) heeft een patiënt beschreven, waarbij enkele maanden na Pantopaque-myelografie als gevolg van meningitische reactie een afsluiting van de vierde ventrikel is opgetreden.

In vergelijking tot deze klinisch radiologische waarnemingen, zijn slechts weinig experimentele onderzoekingen bij dieren gepubliceerd.
In 1931 berichtten BRUSKIN en PROPPER over hun bevindingen bij grote honden, die zij onder zorgvuldige aseptische omstandigheden suboccipitaal 2 gram 40%-ige Jodipin (eveneens sesamolie, waaraan jodium is gebonden) in de liquorruimte inspoten. In directe aansluiting hieraan namen zij geen ziekteverschijnselen waar. Na 1 tot 3½ maand werden de honden opgeofferd en vonden zij ter plaatse van Jodipindepots granulomateuze woekeringen, die door hen oleogranulomen werden genoemd. Zij meenden splitsingsproducten van de sesamolie hiervoor verantwoordelijk te moeten stellen. COLKET en RUSSELL (1960) injiceerden bij

katten verschillende hoeveelheden Pantopaque in de cisterna cerebellomedullaris. Met regelmatige tussenpozen werd hierna een liquoronderzoek bij deze proefdieren verricht en vergeleken met de waarden bij een controlegroep, waar geen Pantopaque was ingespoten. In deze laatste groep werden geen noemenswaardige veranderingen van het celgetal en het eiwitgehalte in de liquor gevonden in tegenstelling tot de eerstgenoemde groep; afhankelijk van de hoeveelheid ingespoten contraststof liepen de waarden van het celgetal en het eiwitgehalte op en bereikten tussen de 6de en 10de week na de cisternale injectie een maximum. Voor het eiwit konden dan waarden van 74 mgr % worden vastgesteld. Na deze perioden daalden deze waarden langzamerhand tot bijkans normaal. Het kon echter nog maanden duren, voordat het eiwitgehalte weer tot normale hoogte was teruggekeerd. Bij de mens zijn overeenkomstige waarnemingen gedaan (HANRAETS, 1959).

Op grond van het bovenstaande hebben zich vele onderzoekers op het standpunt geplaatst, dat de contraststof na het myelografische onderzoek verwijderd dient te worden (o.a. ZIEDSES DES PLANTES, 1956). Indien geen operatie plaatsvindt, zal dit door middel van een lage lumbale punctie, liefst onder controle van doorlichting, plaatsvinden.

BÄRTSCHI-ROCHAIX (1942) adviseert de aspiratie te verrichten bij de zittende patiënt, tussen L V en S I te puncteren en hierbij de naald zoveel mogelijk naar caudaal te richten. In het neuroradiologische centrum te LILLE wordt de patiënt hiervoor eveneens in zittende houding lumbaal gepuncteerd en de contraststof geaspireerd, nadat door een epidurale injectie met physiologische zoutsolutie het onderste deel van de durale zak wordt gecomprimeerd. (BONTE, DELFOSSE, CARON en DELANDTSCHEER; 1957). Deze werkwijze, die eveneens onder röntgendoorlichting plaatsvindt, is door ons vele malen met goed resultaat gevolgd.

Een ander gevaar is, dat het inspuiten van de olieachtige contraststof niet intra- doch periduraal plaatsvindt. Het is dan zeer goed mogelijk, dat de contraststof in de peridurale veneuze plexus wordt gespoten. Hoewel er slechts enkele gevallen in de litteratuur beschreven zijn, kan embolie het gevolg hiervan zijn (RODRIQUEZ DE MATA, 1933: wrsch. retinale embolie; HINKEL, 1945; FULLENLOVE, 1949 en STEINBACH en HILL, 1951: longembolie). De longembolie heeft in deze gevallen aanleiding gegeven tot betrekkelijk kortdurende verschijnselen. Voorzover bekend, zijn geen patiënten tengevolge dezer complicatie gesuccombeerd. Bij wijze van proef hebben SICARD en FORESTIER (1922) 2 tot 4 ml Lipiodol langzaam intraveneus ingespoten. Evenals in de hierboven geciteerde gevallen is de contraststof op de thoraxfoto teruggevonden. Er zijn geen letale complicaties bij opgetreden.

ad b). *Waterige jodiumhoudende contraststof:*

Hiervoor wordt een 20 %-ige oplossing van het natriumzout van monojoodmethaansulfonzuur gebruikt (methiodal, USP), dat als Abrodil, Kontrast U, ed. in de handel wordt gebracht. Indien deze oplossing in de liquorruimte wordt gespoten, ontstaat een kortdurende heftig pijnlijk irritatie. Het is derhalve noodzakelijk tevoren lumbale anaesthesie toe te passen. VAN DER WERFF (persoonlijke mededeling) spuit hiervoor slechts 0,7 ml 10 %-ige novocaine oplossing intralumbaal. MIFKA (1955) beschrijft, dat de uitbreiding van de anaesthesie duidelijk toeneemt, wanneer hierna de contraststof intralumbaal wordt ingespoten. Volgens LINDBLOM (cit. FUNKQUIST en OBEL, 1960) moet dit worden toegeschreven aan craniaalwaartse verplaatsing van het anaestheticum onder invloed van de injectie der zwaardere contraststof in de lumbale zak.

Teneinde shock te voorkomen wordt de patient met het hoofd hooggelegd, zodat de contrastvloeistof en de novocaïne niet te hoog kunnen stijgen; tevens adviseert VAN DER WERFF direct na de novocaïne inspuiting 50 mgr ephedrine intramusculair toe te dienen en dit te herhalen na afloop van het myelografische onderzoek. (VAN DER WERFF en PRICK, 1949.) Met deze vorm van myelografie, die door ARNELL en LINDSTRÖM (1931) is ontwikkeld en door LINDBLOM (1954) is gemodificeerd, kunnen zeer fraaie afbeeldingen met duidelijke aanwijzingen voor een lumbale of lumbosacrale discusprolaps worden verkregen. Bij de bewerking van hun materiaal bleek het VAN DER WERFF en WALDER, (1961, mededeling Vergadering Ned. Vereniging van Neurochirurgen), dat de röntgenologische bevindingen in 90 % met de operatief vastgestelde afwijkingen overeenstemden. In de myelografisch negatieve gevallen werd gewoonlijk een laterale discusprolaps aangetroffen. LENSHOEK (1961, niet gepubliceerde mededeling) heeft een geval van een negatieve Kontrast U myelografie gedemonstreerd, waarin 24 uur na de Ethiodanmyelografie een grote sacrale wortelcyste zichtbaar is geworden.

Als ander voordeel van de myelografie met waterige jodiumhoudende contraststoffen kan worden genoemd, dat het contrastmiddel na korte tijd geheel uit de liquorruimte is geresorbeerd en via de nieren wordt uitgescheiden. In de handen van een met deze werkwijze vertrouwd onderzoeker wordt de kans op complicaties gereduceerd. Er zijn een aantal series bekend, waarbij geen ernstige complicaties worden vermeld (FISCHER, 1949: 100 Abrodilmyelografieën; VAN DER WERFF, persoonlijke mededeling 1961: meer dan 1200 gevallen).

Hiernaast dient echter wel te worden vermeld, dat in de litteratuur vele complicaties van meer of minder ernstige aard zijn beschreven. Blijvende beschadigingen zijn echter zelden geconstateerd. Vele dezer complicaties bestaan uit shock en/of heftige pijn in de benen (DENSTAD, 1949; KNUTS-

SON, 1950; PANTER, 1953; GROTE, 1955 en KOLSTAD, 1959). Van het materiaal van VAN DER WERFF heeft WALDER (persoonlijke mededeling 1961) medegedeeld, dat een aantal patiënten in aansluiting aan het onderzoek over radiculaire pijnen klaagden en/of neiging tot collaps hadden.

KRUMP en ALBRECHT (1956) melden van hun materiaal van 90 gevallen in 14 % radiculaire pijnen en in 8 % bovendien krampen in de benen. Zij menen, dat gevaar voor complicaties zowel van de zijde van de lumbale anaesthesie als van het contrastmiddel zelf kan dreigen. Aan het Abrodil worden tal van zorgwekkende reacties toegeschreven, zoals: shock, longoedeem, verwardheidstoestanden en coma, epilepsie, radiculaire pijnen en heftige pijnlijke spierkrampen in de benen (LINDBLOM, 1947; KENNEDY, 1950; HÄUSSLER, 1951; STUMP, 1951 (cit. KRAYENBÜHL en ZANDER, 1953); ROSENBAUM, 1953; KRUMP, 1956). Er zijn zelfs gevallen met dodelijke afloop beschreven (NEUMANN en STROHMAYER, 1951; HUBER, 1952).

Experimenteel onderzoek werd door FUNKQUIST en OBEL (1960) verricht bij honden. Na intralumbale inspuiting van 20 %-ige Kontrast U, traden tonische krampen op, die 10 tot 20 minuten aanhielden en zelfs in diepe narcose bleven bestaan. Deze krampen traden echter niet op, indien aan de contraststof xylocaine werd toegevoegd, waardoor een lumbale anaesthesie tot stand kwam; werd bv. 4 mgr xylocaine per 1 ml contraststof ingespoten dan werden de krampen zelfs in lichte narcose niet meer waargenomen.

De gebruikte combinaties, die van 2½ tot 5 mgr xylocaine per 1 ml contraststof wisselden, veroorzaakten echter een snelle en sterke daling van de bloeddruk, die in een aantal gevallen lang duurde en tot hartstilstand leidde.

Door toediening van noradrenaline bleek de bloeddruk gemakkelijk te kunnen worden gereguleerd. Wanneer nu onder een identieke proefopstelling de contraststof door een gelijke hoeveelheid 7½ %-ige glucose oplossing werd vervangen, en hieraan 5 mgr/ml xylocaïne werd toegevoegd, ontstond een aanmerkelijk geringere bloeddrukdaling, die ook minder lang aanhield. De onderzoekers menen uit deze bevindingen te mogen afleiden, dat de contraststof de bloeddrukdalende werking van xylocaïne bevordert.

ad c). *Gas*

Gewoonlijk wordt voor deze vorm van myelografie gebruik gemaakt van lucht of zuurstof. Deze methode van onderzoek is voor het eerst beschreven door DANDY (1919). Voor het verkrijgen van goed te interpreteren beelden worden hoge eisen aan de röntgenologisch techniek

gesteld. LINDGREN (1939) heeft zuurstof als contraststof aanbevolen; door BUSCH (1941) is een verbetering beschreven door de zuurstof onder overdruk in te brengen. Dit is later door BÄRTSCHI-ROCHAIX en WEBER (1944) onderschreven. Een voordeel dezer methode is, dat de kans op complicaties door het contrastmiddel zelf zeer gering zal zijn. De reeds genoemde moeilijkheid om goede afbeeldingen te verkrijgen geldt vooral voor het lumbosacrale overgangsgebied, dat door de bekkenbeenderen op de zijdelingse röntgenfoto's wordt overschaduwd.
Toch is het zeer goed mogelijk, dat de gasmyelografie in de toekomst meer op de voorgrond zal komen te staan, door aanvullende technieken van onderzoek, zoals bv. de planigrafie.

Na dit overzicht van de verschillende myelografische onderzoekmethoden, moet tenslotte worden aangestipt, dat in het algemeen beperkingen van haar diagnostische mogelijkheden bestaan. MACCARTY en LANE (1955) hebben deze in hun artikel 'Pitfalls of myelography' opgesomd. Doordat met de contraststof slechts afbeeldingen worden verkregen van de liquorruimte binnen de durale zak, zullen de lateraal gelegen discusprolapsen aan de aandacht kunnen ontsnappen. Door deze localisatie zal geen of slechts geringe vervorming van de intradurale contrastkolom veroorzaakt worden. Ook KRAYENBÜHL en ZANDER (1953) noemen dit als een tekortkoming van het myelografische onderzoek bij het diagnostiseren van discusprolapsen.
Een andere beperking van het myelografische onderzoek hangt samen met het caudale einde van de durale zak. In de eerste plaats reikt de durale zak gewoonlijk tot de eerste sacrale geleding; volgens MACCARTY en LANE eindigt hij zelfs in 5 % van de door hen onderzochte gevallen laag lumbaal. Als gevolg hiervan zullen meer caudaal gelegen intrathecale afwijkingen myelografisch evenmin zichtbaar kunnen worden gemaakt. Een uitzondering hierop wordt gevormd door de sacrale wortelcysten, indien hun inhoud met de lumbale arachnoidale ruimte communiceert.
In de tweede plaats is het mogelijk, dat het caudale einde van de durale zak nauw is en hierdoor niet direct tegen de voorwand van het wervelkanaal aanligt. Als gevolg hiervan kan een prolaps van de lumbosacrale tussenwervelschijf aanwezig zijn, zonder dat deze in staat is een vormverandering van de intradurale contrastkolom te veroorzaken. Op grond van deze tekortkomingen, alsmede ter vermijding van de andere nadelen der myelografische onderzoekmethoden, heeft men getracht langs andere wegen de afwijkingen in het lumbale en sacrale deel van het wervelkanaal röntgenologisch zichtbaar te maken.

2. DISCOGRAFIE

Volgens deze wijze van onderzoek spuit men Perabrodil (Iodopyracet, USP) in de op prolaps verdachte tussenwervelschijf. De contraststof verbreidt zich hierbij in het meestal verweekte discale weefsel en volgt door scheuren in de annulus fibrosus dezelfde weg als de nucleus pulposus bij zijn prolabering gebaand heeft. Aldus kunnen ook lateraal gelegen discusprolapsen röntgenologisch zichtbaar worden gemaakt. Deze methode is voor klinische doeleinden ontwikkeld door LINDBLOM (1948) en is hier te lande voor het eerst toegepast door ZAAYER (1950), die enige wijzigingen in de techniek heeft aangebracht. Volgens de methode van LINDBLOM wordt de verdachte tussenwervelschijf van dorsaal uit door de durale zak heen aangeprikt en ingespoten. Hierbij dreigt echter het gevaar, dat de contraststof teruglekt en gedeeltelijk binnen de arachnoidale ruimte terechtkomt. Hierop kunnen de patiënten met zeer hevige pijnen en krampen in de beenspieren reageren.

Een andere onverkwikkelijke complicatie kan zich voordoen, indien een gezonde tussenwervelschijf wordt aangeprikt en ingespoten. Het is immers uit de dierproeven van KEY en FORD (1948) gebleken, dat laesies in het dorsale deel van de annulus fibrosus, aangebracht door een punctienaald, in staat zijn ter plaatse een discusprolaps te veroorzaken. Teneinde deze complicaties te voorkomen heeft ZAAYER de techniek zodanig gewijzigd, dat de betrokken tussenwervelschijf van dorsolateraal uit, onder vermijding van het wervelkanaal wordt gepuncteerd en ingespoten. Deze wijze van onderzoek heeft echter weinig ingang gevonden.

3. INTRATHECALE PHLEBOGRAFIE

De bedoeling van deze onderzoekmethode is om uit het patroon van de intrathecale venen te kunnen besluiten tot een ruimtebeperkende afwijking binnen het wervelkanaal. De phlebografie kan worden verricht door een vena femoralis te catheteriseren en hierin een contraststof in te spuiten. (HELANDER en LINDBLOM, 1955). Het is echter evenzeer mogelijk de venen in het wervelkanaal zichtbaar te maken door contraststof in de spongiosa van naburige processus spinosi te spuiten (FISCHGOLD cs, 1952; LESSMANN en PARESE, 1960; KRUEGER en SCHOBINGER, 1961). De waarde van deze wijze van onderzoek zal eerst blijken, wanneer ruimere ervaring hiermee is verkregen.

II. PERIDUROGRAFIE OF CANALOGRAFIE

Volgens deze methode van onderzoek wordt contraststof in de peridurale ruimte ingespoten, waarna röntgenfoto's worden gemaakt.
In de buitenlandse litteratuur wordt deze wijze van onderzoek als peri- of epidurografie betiteld. De door KRAMER (1950) ingevoerde benaming canalografie heeft, althans hier te lande, de andere termen geheel verdrongen. Dit is dan ook de reden, waarom deze naam in dit werk zal worden gebruikt.

Uit taalkundig oogpunt kan men uiteraard critiek op deze naam uitoefenen, gezien het feit, dat hier van een hybride sprake is. Meer verantwoord zou wellicht de term aulonografie zijn. Het ingeburgerd zijn van het woord canalografie, alsmede het feit, dat de medische terminologie reeds zovele hybriden rijk is, waaraan men zich weinig stoort, hebben er toe geleid de term canalografie als zodanig te handhaven.

Voorzover kon worden nagegaan, werd de eerste inspuiting van contraststof in de peridurale ruimte in 1913 door HEILE verricht. Voor een anatomisch onderzoek werd door hem in 20 menselijke cadavers een kwikterpentijn emulsie geinjiceerd. Op de resultaten van dit onderzoek zal in hoofdstuk III nog worden teruggekomen.
Voor klinische doeleinden werd de peridurografie voor het eerst in 1921 door SICARD en FORESTIER toegepast. Dit geschiedde met behulp van het Lipiodol. Deze methode vond weinig ingang, doordat deze contraststof moeilijk te interpreteren beelden verschafte en voorts aanleiding was voor steriele peridurale en periradiculaire ontstekingsverschijnselen. In zijn 'Compressions progressives de la moelle' schrijft HAGUENAU (1932), die voor de dood van SICARD met hem samenwerkte: 'La voie épidurale (du lipiodiagnostic) qu' avaient d'abord employée Sicard et Forestier, n'a plus qu'un interêt historique. Elle est d'une technique difficile et surtout d'une interprétation délicate'.
Ten einde een indruk te geven van het met Lipiodol verkregen peridurogram en tevens uit historische overweging is een dergelijk beeld als afb. 1 afgedrukt. Dit peridurogram, dat in het midden der twintiger jaren werd vervaardigd, is door Prof. Haguenau welwillend uit het album van zijn leermeester SICARD voor dit doel afgestaan. Het toont enerzijds grote overeenkomst met het canalografische beeld, zoals dit door inspuiting van een waterig contrastmiddel wordt verkregen; anderzijds

Afb. 1. Peridurale verbreiding van 6 ml. lipiodol ingespoten via de hiatus sacralis (1925). Ter hoogte van de lumbosacrale discus ontbreekt de worteltekening aan de linker zijde. Vrijwel geen contraststof ter hoogte van de tussenwervelschijf L IV—V. Onregelmatige contrastverbreiding.
Welwillend voor reproductie afgestaan door PROF. DR. J. HAGUENAU uit album van PROF. DR J. A. SICARD.

Fig. 1. Peridural distribution of 6 ml. lipiodol, injected through the hiatus sacralis. There is no radicular shadow at the level of the lumbosacral disk on the left side. At disk level L IV—V the contrast shadow is poor; in general, the contrast medium is irregularly distributed.
This photograph, taken from the collection of Prof. Dr J. A. Sicard, was made available for reproduction by the courtesy of Prof. Dr J. Haguenau.

moeten enkele tekortkomingen worden vermeld, die op rekening van het olieachtige karakter van de contraststof moeten worden geschoven. In de eerste plaats vindt geen regelmatige verspreiding van het Lipiodol in de peridurale ruimte plaats, hetgeen de beoordeling van eventuele afwijkingen zeker bemoeilijken zal. Desondanks valt het op afbeelding 1 op, dat zich ter hoogte van de tussenwervelschijf tussen de vierde en vijfde lumbale wervel bijkans geen contraststof bevindt, in tegenstelling tot de aangrenzende gebieden. Bovendien wordt bij de lumbosacrale wervelschijf aan de linker zijde opmerkelijk minder contraststof gezien dan rechts het geval is. Het zou op grond hiervan niet onmogelijk zijn, dat hieraan plaatselijke afwijkingen ten grondslag hebben gelegen. Als andere beperking van deze methode geldt het bezwaar, dat het ingespoten Lipiodol niet wordt geresorbeerd met de genoemde nadelige gevolgen.

In zijn correspondentie over dit onderwerp deelde Prof. Haguenau mede, dat destijds reeds de wens is opgekomen de methode te vervolmaken met een contrastmiddel zonder deze nadelige eigenschappen: 'Sicard, l'instigateur de la méthode avait d'emblée exprimé le désir qu'un moyen de contraste resorbable vint améliorer la méthode, qu'il avait décrite'.

De methode om olieachtige contrastmiddelen periduraal in te spuiten wordt in de litteratuur na SICARD slechts spaarzaam genoemd. (RUMMEL, 1929 en CHAVANY, 1931). FORESTIER cs (1949) maakten gebruik van Discolipiodol, dat zij door middel van een sonde via de hiatus sacralis in de epidurale ruimte brachten en vonden in een materiaal van 37 gevallen in meer dan 80 % een positieve correlatie met de operatieve bevindingen. SAIZ en GORTAN (1928) achtten deze onderzoekmethode echter onbetrouwbaar wegens de onregelmatige verspreiding van het Lipiodol in de epidurale ruimte. Maar ook andere nadelen kunnen aan het gebruik van olieachtige contrastmiddelen worden geweten. Zo heeft RODRIQUEZ DE MATA (1933, cit. JUNGE 1949) een plotseling optredende blindheid beschreven in aansluiting aan een peridurale injectie met Jodipin. Waarschijnlijk werd de olieachtige contraststof in de peridurale veneuze plexus ingespoten (BATSON, 1957).

Wel zijn pogingen verricht het onderzoek te modificeren door gebruik te maken van in water oplosbare contraststoffen. Zo spoot FARR (1926) een geconcentreerde joodnatriumoplossing in. Een hoeveelheid van 120 ml bleek tot het cervicale gebied op te stijgen. ELLIOT (1926) bereikte op overeenkomstige wijze met 30 ml het niveau van de vijfde lumbale wervel. Met 45 ml reikte de schaduw tot de bovenrand van de vierde lendenwervel, met 60 ml tot de zevende thoracale wervel, met 90 ml tot

de onderrand van de vierde borstwervel en met 120 ml tot de derde borstwervel. Evenals bij de myelografie is lucht als contraststof bij de peridurografie gebruikt. SANFORD en DOUB introduceerden deze methode in 1941. Zij konden in 55 % van hun gevallen op deze wijze de juiste hoogte van een discusprolaps vaststellen.
Nog meer dan bij de luchtmyelografie kan het onduidelijke contrastbeeld als bezwaar van deze methode worden aangevoerd. Bovendien bestaat het grote gevaar van luchtembolie, die via de dunwandige intrathecale venen maar al te gemakkelijk kan optreden. Vele onderzoekers hebben derhalve tegen het gebruik van lucht als contraststof gewaarschuwd. Bij het gebruik van waterige jodiumverbindingen bijvoorbeeld, ziet men het onderzoek in een aantal gevallen primair mislukken, doordat de contraststof intraveneus wordt ingespoten en in plaats van een canalografisch een pyelografisch beeld tot stand komt.

Gedurende de laatste twee decennia is met vrucht gebruik gemaakt van waterige jodiumverbindingen, zoals deze ook in zwang zijn bij angiografisch onderzoek. Hiervoor werd een dijood-verbinding nl. het diëthanolaminezout of methylglucaminezout van 3.5 dijood-4-pyridon-N-azijnzuur (Diodon, Ned. Pharm.; Iodopyracet, USP) als contraststof ingespoten, dat als Perabrodil, Pyelombrine, Dijodon, Diodrast, ed. in de handel wordt gebracht. In de laatste jaren hebben wij deze middelen echter vervangen door tri-jood verbindingen, zoals het mengsel van het natrium- en methylglucamine zout van 3,5-diacetamido-2.4,6 trijoodbenzoëzuur (Diatrizoate sodium, NND), dat als Urografin in de handel is. Een aantal onderzoekers hebben omstreeks 1940 de waterige dijoodverbinding als contrastmiddel bij de canalografie toegepast. (DENECKE, 1938, cit. ALBRECHT & DRESZLER, 1950; KNUTSSON, 1941; KARLEN, 1942.)
De eerste peridurografische onderzoekingen, die met dit contrastmiddel werden verricht, staan voor zover bekend op naam van DENECKE (cit. ALBRECHT en DRESZLER, 1950) en vonden in 1938 in de chirurgische universiteitskliniek te Erlangen plaats.
KNUTSSON heeft in 1942 als eerste zijn ervaringen met deze methode van onderzoek bij de diagnostiek van de lumbale en lumbosacrale discusprolaps gepubliceerd.
Zijn onderzoek betrof 36 patiënten, waarbij volgens hem in 21 gevallen een positieve bevinding op het canalogram werd gedaan, terwijl de 15 overige als negatief werden gewaardeerd. Van de eerste groep van 21 patiënten werden er 10 geopereerd. In 9 hiervan werd een fikse discusprolaps aangetroffen, die van de tussenwervelschijf tussen de vierde en vijfde lumbale wervel uitging en een vrijwel mediane localisatie had.

Van de groep negatieve gevallen werden ook enkele patiënten geopereerd, waarbij tweemaal een lateraal gelegen prolaps van de lumbosacrale discus werd gevonden.

Bij dit alles dient te worden opgemerkt, dat KNUTSSON de canalogrammen vrijwel uitsluitend op het zijdelingse beeld beoordeelde. Hij hechtte geen waarde aan de in voorachterwaartse richting genomen foto's en de hierop zichtbare periradiculaire uitbreiding der contraststof. Gezien onze eigen ervaringen wordt het hierdoor begrijpelijk, dat hij lateraal gelegen boongrote discusprolapsen over het hoofd heeft gezien.

Omstreeks 1950 zijn hierna weer een aantal artikelen over de canalografie gepubliceerd, voornamelijk van duitse zijde (SÄKER, 1947; JUNGE, 1949, 1950 en 1952; LOEW, 1949; ALBRECHT en DRESZLER, 1950; CRAMER, 1950; KRAMER 1950; ROSENFELD, 1950; GÖLLNITZ, 1951; HÄUSSLER, 1951; PENZHOLZ, 1951; RITTER, 1951; TIWISINA, 1951; GÖTZE, 1952 en STENZEL, 1953). Deze publicaties behandelen deels de ervaringen in het diagnostische vlak en deels de complicaties, die bij deze wijze van onderzoek kunnen optreden. De patiënten, die door deze groep auteurs aan een canalografisch onderzoek werden onderworpen, leden gewoonlijk aan radiculaire ischialgie. Alleen KRAMER verrichtte het onderzoek bij enkele gevallen wegens een andere reden nl. compressie-fractuur. Ter eventuele vaststelling van een discusprolaps is gewoonlijk slechts het zijdelingse beeld beoordeeld. Wanneer — zoals HÄUSSLER vermeldt — tevens voorachterwaartse opnamen zijn vervaardigd, dan wordt het belang hiervan, waarschijnlijk in navolging van KNUTSSON, steeds als ondergeschikt aan de zijdelingse beelden geacht.

Vooruitlopend op onze eigen ervaringen zij hier reeds vermeld, dat vooral de röntgenbeelden in voorachterwaartse richting vervaardigd door ons van groter belang worden geacht dan het zijdelingse beeld. Hierdoor komt het ons begrijpelijk voor, dat door tal van auteurs de diagnostische waarde van de canalografie niet al te hoog wordt aangeschreven. GÖLLNITZ (1951) bv. noemt als beperking, dat op de zijdelingse foto geen betrouwbare afbeelding wordt verkregen van de ventrale contrastband.

Zoals in hoofdstuk IX verder zal worden uiteengezet, zijn in enkele gevallen complicaties opgetreden in de vorm van heftige pijnen en krampen, die voornamelijk in de benen zijn gelocaliseerd. Deze krampen hebben een flitsend karakter en worden door geringe uitwendige prikkels geprovoceerd, zoals dit ook bij tetanus het geval is. De patiënten hebben hierbij een frequente hartactie en lage bloeddruk, hun uiterlijk is bleek en zij transpireren heftig. KNUTSSON (1942), JUNGE (1949, 1950 en 1952) en PENZHOLZ (1951) beschrijven een aantal dezer gevallen, waarbij als oorzaak wordt aangenomen, dat op zijn minst een deel van de contrast-

stof intralumbaal is ingespoten. Op grond van zijn ervaringen raadt JUNGE met klem aan de epidurale inspuiting via de hiatus sacralis te doen plaats vinden en niet op hogere niveaux tussen twee wervelbogen door, teneinde het gevaar van deze complicatie te reduceren. Als merkwaardig feit moet worden vastgesteld, dat de pijnen en krampen pas 3/4 tot 2 uur na de inspuiting van de contraststof optreden.

Gedurende de laatste acht jaar zijn slechts weinig publicaties over deze wijze van onderzoek verschenen. Waarschijnlijk is dit enerzijds te wijten aan de betrekkelijk lage waardering, die de hierboven genoemde auteurs voor de uitkomsten van dit onderzoek tot uiting hebben gebracht, terwijl anderzijds het gevaar voor complicaties een afkeer van de toepassing heeft ingeboezemd.

Gedurende deze periode is de canalografie door ons veelvuldig toegepast. Zoals in het hiernavolgende zal worden uiteengezet, is deze methode zeker van waarde gebleken bij de diagnostiek van laag lumbale, lumbosacrale en ook van sacrale afwijkingen. (LUYENDIJK, 1953; LUYENDIJK en DEL PRADO, 1958).

In tegenstelling tot de heersende opvatting doet canalografie als diagnostische methode volgens ons niet onder voor de myelografie met olieachtige of waterige contraststoffen, mits men zich bij de beoordeling niet alleen beperkt tot de met zijdelingse stralenrichting gemaakte foto's en voldoende aandacht besteedt aan de afbeeldingen, die in voor-achterwaartse richting gemaakt zijn.

Als voordelen van de canalografie zijn in dit opzicht te vermelden:

1°. doordat de contraststof zich in de peridurale ruimte uitbreidt, kunnen ook zeer lateraal in het wervelkanaal gelegen afwijkingen zichtbaar worden gemaakt.

Bij de myelografie kunnen slechts afwijkingen in de contrastschaduw worden verwacht, indien de oorzakelijke afwijkingen minstens tot aan de durale zak reiken. De ruimtelijke beperking van de durale zak maakt het aldus mogelijk, dat afwijkingen in het wervelkanaal met laterale localisatie door de myelografie niet zichtbaar kunnen worden gemaakt. Eenzelfde beperking ten aanzien van de myelografie bestaat voor plaatselijke afwijkingen in het sacrale kanaal.

Dit geldt overigens niet zozeer voor een deel van de sacrale wortelcysten, die via communicerende ruimten met Lipiodol of Ethiodan van de durale zak uit worden gevuld. Zoals in het hierna volgende zal blijken, hangen echter niet alle wortelcysten met de lumbale subarachnoidale ruimte samen.

Voorts is gebleken, dat een ruimtelijke beperking van het wervelkanaal door benige stenose bij het canalografische onderzoek duidelijker aan de dag treedt dan bij myelografie het geval is.

2°. ten opzichte van de myelografie met olieachtige contraststoffen dient

te worden vermeld, dat deze substanties ontstekingsachtige reacties kunnen geven, die op den duur zelfs tot zeer ernstige afwijkingen aanleiding kunnen zijn (oa. TAREN, 1960).

Het geheel verwijderen dezer contraststoffen, nadat het myelografisch onderzoek heeft plaatsgevonden, geschiedt moeizaam. Met de methode van BONTE cs (1957) zijn echter fraaie resultaten bereikt.
Bij de canalografie daarentegen vindt spoedig resorptie van de ingespoten contraststof plaats, die gewoonlijk na een half uur vrijwel voltooid is. Dit geldt echter ook voor de waterige contraststoffen, waarmede myelografisch onderzoek wordt verricht. Overigens moge in dit verband naar de algemene inleiding worden verwezen.

Uiteraard dienen eveneens een aantal facetten te worden belicht, die ten nadele van de canalografie kunnen gelden.
In de eerste plaats moet de kans op de hierboven reeds beschreven complicerende pijnlijke krampen worden genoemd. Hierbij dient echter direct te worden opgemerkt, dat de frequentie hiervan laag ligt en dat de patiënten, mits ze terstond en doeltreffend behandeld worden, hiervan geheel en zonder resttoestanden herstellen. Bovendien is ons gebleken, dat een aantal omstandigheden in acht moet worden genomen, waardoor de kans op deze complicatie nog verder kan worden teruggebracht. Hierop zal in hoofdstuk IX nader worden ingegaan.
Een ander bezwaar is, dat het niet gemakkelijk valt het canalografische beeld te beoordelen en op een juiste wijze de eventuele afwijkingen te waarderen. Het kost zeker aanzienlijk meer tijd en vergt eveneens meer ervaring, dan dit bv. voor de myelografie met zg. positieve contraststoffen het geval is. (Lipiodol, Ethiodan, Kontrast U).
Tenslotte kan men aanvoeren, dat een uitsparing in de peridurale contrastzone even goed door een plaatselijk ruimte innemend proces kan worden veroorzaakt, als door een locale vergroeiing van de dura mater en van de afgaande wortel.
Door middel van myelografisch onderzoek kan in een dergelijk geval slechts een plaatselijk ruimte innemend proces zichtbaar worden gemaakt, mits dit tot enige deformatie van de durale zak heeft geleid. Een locale periduritis of periradiculitis zal myelografisch echter niet kunnen worden aangetoond.
Enerzijds biedt de canalografie dus een voordeel door een plaatselijke vergroeiing in de peridurale ruimte zichtbaar te kunnen maken, terwijl anderzijds enige onzekerheid over de oorzaak van de gevonden contrastuitsparing kan blijven bestaan. Of het in dergelijke gevallen gewenst is het onderzoek door een myelografie te completeren resp. de volgorde der maatregelen om te keren, is uit practisch oogpunt steeds de vraag en afhankelijk te stellen van het inzicht en de ervaring van de betrokken klinicus.

We hebben echter steeds gemeend aan het canalografische onderzoek voorrang te moeten blijven verlenen, teneinde de patiënten niet nodeloos aan eventuele arachnitische reacties bloot te stellen. Bovendien zullen de lateraal in het wervelkanaal gelegen afwijkingen minder gemakkelijk aan de aandacht ontsnappen.

III. ANATOMIE VAN DE PERIDURALE RUIMTE IN HET WERVELKANAAL

Zoals door de naam wordt aangeduid, bevindt de epi- of peridurale ruimte zich rond de met het ruggemerg, de wortels en de met liquor gevulde durale zak. Deze ruimte wordt naar buiten door de wanden van het wervelkanaal en het sacrale kanaal begrensd.

De voorwand van het wervelkanaal wordt door de achterzijde van de wervellichamen met de hiertussen gelegen intervertebrale schijven gevormd. In het middelste gebied wordt deze wand door het ligamentum longitudinale posterius bedekt. In craniale richting verbreedt zich dit ligament en hangt van de tweede cervicale wervel af met de membrana tectoria samen, die zich aan de voorrand van het foramen magnum en de clivus van Blumenbach vasthecht. In het thoracale en lumbale gebied is het ligamentum longitudinale posterius aanmerkelijk smaller, vooral waar het achter de wervellichamen is gelegen, waarmede het slechts weinig is verbonden. Ter hoogte van de tussenwervelschijven, waaraan het ligament daarentegen stevig is vastgehecht, breidt het zich telkenmale in zijdelingse richting uit. In caudale richting kan het ligament tot in het sacrale kanaal worden vervolgd; hier wordt het echter aanzienlijk dunner, maar het zet zich langs de voorwand ervan voort tot in het ligamentum sacrococcygeum posterius profundum.

De achterwand van het wervelkanaal wordt door de wervelbogen met de hiertussen gelegen ligamenta flava gevormd. De zijwanden tenslotte bestaan uit de boogvoeten met de processus articulares, waartussen zich de intervertebrale foramina bevinden.

Caudaal van de lumbosacrale tussenwervelschijf gaat het wervelkanaal rechtsstreeks in de canalis sacralis over. De vrijwel geheel benige begrenzing van dit kanaal bepaalt aldus de buitengrens van de peridurale ruimte in dit gebied. In de zijwanden ervan bevinden zich tussen de onderscheidene sacrale geledingen[1] eveneens foramina intervertebralia, die elk met een foramen sacrale anterius en posterius aan de voor- resp. achterzijde van het sacrum uitmonden.

Volgens de conventionele anatomische beschrijving vertegenwoordigt

[1] Het woord „geleding" wordt hier en in het hierna volgende slechts gebezigd om een bepaalde hoogte of niveau aan te geven, overeenkomend met een wervel resp representatie daarvan. Zo'n geleding stemt aldus gebezigd niet overeen met het sclerotoom, dat zoals bekend, de onderste en bovenste helft van twee opeenvolgende wervels zal gaan vormen.

de wand van de durale zak slechts de binnenste van twee durale bladen. Het buitenste blad bekleedt als een dunne bindweefsellaag de wanden van het wervelkanaal.

Wanneer bij een volwassen persoon een laminectomie wordt verricht, ziet men dit buitenblad niet als een aparte laag. Anders is dit bij zeer jonge kinderen; vooral bij zuigelingen komt na het verwijderen van de wervelbogen en ligamenta flava een geheel gesloten membraneuze bindweefsellaag in zicht, die ongeveer een $\frac{1}{2}$ mm dik is en een vezelige structuur heeft. In tegenstelling hiertoe is de gladde dura spinalis d.w.z. het durale binnenblad, op deze leeftijd aanmerkelijk dunner. Waarschijnlijk verandert deze situatie bij het ouder worden spoedig. Bij kinderen boven $1\frac{1}{2}$ jaar wordt het buitenblad niet meer als een aparte laag waargenomen en is het waarschijnlijk reeds in het ligamentum flavum resp. het periost der wervelbogen opgenomen. Volgens het bovenstaande gezichtpunt bevindt de peridurale ruimte zich dus tussen de beide bladen en zou derhalve veeleer betiteld moeten worden als de durale of interdurale ruimte. Deze benaming is echter ongebruikelijk, zodat aan de terminologie epi- of periduraal zal worden vastgehouden. Bij het foramen magnum hecht zich de durale zak aan zijn randen vast, resp. versmelten de beide durale bladen, zodat hierdoor de peridurale ruimte in craniale richting haar eindiging heeft. CHARPY vermeldt in het handboek van POIRIER, dat de versmelting van de beide durabladen reeds ter hoogte van de derde halswervel plaats heeft. Deze opvatting is echter niet in overeenstemming met de onderzoekingen van HEILE (1913). Deze auteur spoot bij 20 menselijke cadavers een kwik-terpentijn emulsie in de peridurale ruimte in en controleerde röntgenologisch de uitbreiding van dit materiaal. Hij vond op deze wijze oa. dat de peridurale ruimte zich tot boven het foramen magnum, zelfs tot aan het tentorium cerebelli kon uitbreiden.

De caudale begrenzing van de peridurale ruimte wordt door het ondereinde van het sacrale kanaal bepaald, nl. door de hiatus sacralis. Deze hiatus sacralis wordt min of meer membraneus door de ligamenta sacrococcygea posterioria superficialia met hiertussen gelegen bindweefsel afgesloten. Deze bindweefsellaag wordt door sommige auteurs als de sacrococcygeale membraan onderscheiden (BERTOCCHI 1931, BROMAGE 1954). Volgens ELAUT en VERDONK (1934) is het lig. sacrococcygeum posterius superficiale in 6 % verbeend. Deze onderzoekers bestudeerden 120 sacra en stelden hierbij vast, dat de hiatus sacralis tot verschillende hoogten kon reiken. In het grootste aantal der gevallen reikte deze tot het vierde foramen sacrale posterius (69 %). In 26 % werd het derde en in slechts 4 % het tweede foramen bereikt. Zelden werd een hiatus sacralis gevonden, die tot het niveau van het

eerste foramen of van het lumbosacrale grensgebied kwam (tezamen 1 %). In het laatste geval was het dak van het sacrale kanaal geheel membraneus.

Overeenkomstige bevindingen worden door CATHELIN (1903) en door SOUTHWORTH en HINGSON (1943) vermeld. Deze kunnen vanuit ons materiaal worden bevestigd. Hieraan kan nog worden toegevoegd, dat bij één onzer patiënten het sacrale dak alleen in het 2de en 3de segment membraneus was en in de overige geledingen uit bot bestond. Deze omstandigheden kunnen ertoe bijdragen het canalografische onderzoek te bemoeilijken, zoals in hoofdstuk VII is vermeld.

In 3 % vonden ELAUT en VERDONK de toegang tot het sacrale kanaal door een benige knobbel, uitgaande van de crista sacralis media, versperd. In overeenstemming hiermede is de mededeling van FORESTIER (1949), wien het in 4 % niet is gelukt de canalis sacralis via de hiatus te puncteren als gevolg van een benige obstructie. THOMPSON (1917) beschrijft diverse vormen van de hiatus sacralis, welke als varianten tussen twee uitersten kunnen worden gezien; enerzijds kan de hiatus een ruime naar caudaal concave begrenzing hebben in de vorm van een hoefijzer, anderzijds kan hij nauw zijn en naar craniaal doornvormig zijn toegespitst. ELAUT en VERDONK (1934) vonden voor de breedte van de hiatus ter hoogte van de cornua sacralia een gemiddelde waarde van 2 cm; de hoogte bedroeg gemiddeld 0,5—0,6 cm. Ook de kromming van het sacrale kanaal is aan individuele variaties onderhevig. In zijn materiaal van 33 sacra uit de anatomische verzameling van de Universiteit van Texas kon THOMPSON in 24 gevallen met een rechte breinaald het gehele sacrale kanaal via de hiatus sacralis sonderen. Negen maal gelukte dit niet, in 8 gevallen reikte de punt van de naald tot het tweede sacrale foramen of iets hoger en eenmaal kon de naald slechts over een afstand van $2\frac{1}{2}$ cm worden ingebracht tot het vierde foramen sacrale. Het laatste geval betrof een vooral in het caudale gebied sterk gebogen sacrum. BERTOCCHI (1931) heeft bij de bestudering van het sacrale kanaal in 27,7% der gevallen een vernauwing tussen de eerste en tweede sacrale geleding gevonden. In verband met de peridurale anaesthesie, meent hij dat dit een belemmering kan veroorzaken voor de craniaalwaartse verbreiding van het sacraal ingespoten anaestheticum.

Doordat de durale zak ongeveer ter hoogte van de eerste sacrale geleding min of meer puntvormig eindigt, ondergaat de peridurale ruimte in dit gebied en caudaal ervan een aanzienlijke verruiming. Het niveau van de caudale eindiging van de durale zak toont echter een aanzienlijke variatie. Een ieder die met het myelografische onderzoek vertrouwd is, weet dit uit eigen ervaring.

MCCARTHY en LANE (1955) vermelden van hun myelografie-materiaal,

dat de durale zak in 5 % der gevallen zelfs craniaal van de lumbosacrale tussenwervelschijf eindigt. KARLÉN (1942) noemt voor de eindiging op lagere niveaux een variatiebreedte van de eerste sacrale tot aan de grens van de 3de en 4de sacrale geleding. In ons materiaal is tijdens operaties vastgesteld, dat de localisatie van het caudale einde van de durale zak van de vijfde lumbale wervel tot aan de vierde sacrale geleding kan variëren. Volgens HÄRTEL zou de durale zak bij mannen in het algemeen iets lager reiken dan bij vrouwen (cit. ELAUT en VERDONK 1934). THOMPSON (1917) vond bij 15 menselijke cadavers, dat de afstand tussen de onderpunt van de durale zak en de hiatus sacralis van 4 tot 7 cm varieerde (gemiddeld 5,8 cm).

Uitgaande van de eindiging van de durale zak wordt in het sacrale kanaal het filum durae matris aangetroffen, dat tussen de onderste sacrale wortels is gelegen en zich tot het os coccygis uitstrekt.

In het wervelkanaal ligt de durale zak dicht tegen de voorwand ervan. Hierdoor is de peridurale ruimte dorsaal van de durale zak groter dan aan de ventrale zijde.

Ingebed in het losmazige bindweefsel en het vetweefsel van de peridurale ruimte bevinden zich de ruggemergswortels, alsmede arteriën en venen. De wortels lopen segmentsgewijze naar de intervertebrale foramina via welke ze het wervelkanaal verlaten. Tot dit punt worden ze omgeven door een durale schede, waarbinnen de voor- en achterwortels met het spinale ganglion zijn gelegen. Bovendien breidt de subarachnoidale ruimte zich rond de wortels tot het spinale ganglion uit.

Volgens BRIERLEY en FIELD (1948, 1949, 1950) wordt de inhoud van deze subarachnoidale 'cul de sac' via weefselspleten naar de lymphevaten in het peridurale weefsel en tevens naar het spinale ganglion afgevoerd.

De richting, waarin de spinale wortels lopen, is afhankelijk van het ruggemergsgebied waartoe ze behoren. In het bovenste cervicale gebied is dit verloop vrijwel horizontaal. Onder dit niveau wordt het hoogteverschil tussen de plaats, waar de wortels uit de durale zak treden en het bijbehorende intervertebrale foramen steeds groter, zodat de wortels steiler en over een grotere afstand door de peridurale ruimte lopen. Via de foramina intervertebralia treden de arteriae spinales laterales het wervelkanaal binnen. Zij lopen hierbij aanvankelijk buiten de met dura omhulde spinale wortel. In het verdere verloop dringen ze hier doorheen op hun weg naar het ruggemerg. Afhankelijk van het niveau zijn het takken van de arteria vertebralis, cervicalis ascendens, cervicalis profunda, thyreoidea inferior, intercostalis, lumbalis en iliolumbalis.

Hoewel de meeste anatomische hand- en leerboeken de indruk geven, alsof alle binnentredende spinale arteriën even belangrijk zijn, is reeds in de oudere litteratuur het tegendeel naar voren gebracht.

ADAMKIEVICZ (1882) en na hem KADYI (1889), TANON (1908) en SUH en ALEXANDER (1939) hebben in het thoracolumbale overgangsgebied een opvallend grote arteria spinalis lateralis beschreven, die in localisatie wisselt van Th VIII tot L III, doch gewoonlijk tussen Th IX en XI met een spinale wortel het intervertebrale foramen binnentreedt. Deze bevindingen zijn onlangs bevestigd door LAZORTHES en zijn medewerkers (1957).

Behalve de arterie van ADAMKIEVICZ onderscheiden zich volgens LAZORTHES een aantal andere spinale arteriën door een groter kaliber. Deze treden op de volgende niveaux het wervelkanaal binnen:

laag cervicaal, meestal met de 6de cervicale wortel meelopend,

hoog thoracaal, meestal met de 1ste thoracale wortel binnentredend,

en in sommige gevallen midden thoracaal, als begeleiding van de 7de thoracale wortel.

In de peridurale ruimte worden takjes van de arteria spinalis lateralis gevonden. Bij katten heeft RAMSEY (1959) door vaatinjecties regelmatig de volgende vertakkingen kunnen terugvinden:

1e. de praelaminaire tak, die langs de dorsale wand van het wervelkanaal loopt,

2e. de mediale neurale tak, die door de durale bekleding heen de spinale wortel binnendringt, en

3e. de postcentrale tak, die zich in een rostrale en caudale twijg splitst en op hun beurt weer samenhangen met overeenkomstige takjes van aangrenzende segmenten; ze lopen hierbij langs de ventrale wand van het wervelkanaal. Alleen de onder 1e en 3e vermelde arteriële vaatjes lopen geheel in de peridurale ruimte.

Opvallender dan de arteriële takjes zijn echter de veneuze vaten, die, in de peridurale ruimte gelegen, de plexus vertebralis internus vormen en het bloed van het ruggemerg en van de wanden van het vertebrale kanaal afvoeren. Deze veneuze plexus is overwegend in het ventrolaterale gebied van de peridurale ruimte gelegen en breidt zich hier voornamelijk in longitudinale richting over de gehele lengte van het wervelkanaal uit. Zowel ventraal als dorsaal van de durale zak worden verbindingen tussen rechts en links gevonden, waarbij het kaliber der ventraal gelegen venen opvallend groter is. Deze ventrale dwarsverbindingen worden regelmatig langs de achterzijde van de wervellichamen aangetroffen, waardoor de plexus het aanzien van een soort touwladdersysteem heeft. Deze plexus vertebralis internus hangt in ruime mate samen met de veneuze ruimten, in de wanden van het wervelkanaal en met het uitgebreide veneuze stelsel, dat rond de wervelkolom is gelegen en als plexus vertebralis externus wordt onderscheiden (BATSON 1940, 1957). Tevens staat de plexus vertebralis internus door middel van de seg-

mentale spinale venen rechtstreeks in verbinding met de vena cava inferior, de vena azygos en de vena hemiazygos.
Naar craniaal hangt de veneuze plexus ruim samen met de sinus durae matris van de achterste schedelgroeve, nl. met de sinus occipitalis, de sinus sigmoideus en de plexus basillaris. Deze samenhang alsmede de op een touwladder gelijkende bouw van de plexus vertebralis internus werd reeds door WILLIS (1664) in zijn 'Cerebri Anatome' beschreven.
Als belangrijk feit moet worden vermeld, dat het gehele veneuze systeem van de plexus vertebralis internus en externus, alsmede de veneuze banen in de hiertussen gelegen delen van de wervelkolom, geen kleppen bevat. Hierdoor vormt het als een 'paracavaal' systeem een rechtstreekse veneuze verbinding van lichaamsdelen op verschillende hoogten. Het is vooral de verdienste van BATSON (1940, 1957) geweest om op deze anatomische bijzonderheid de nadruk te leggen en experimenteel de veneuze verbindingen in verband met tal van klinische consequenties te bevestigen. Het wordt hierdoor bv. waarschijnlijk dat intracraniële metastasen van carcinomen, gelocaliseerd in de onderste lichaamshelft tot stand kunnen komen onder invloed van plotseling verhoogde buikpers, (bv. tijdens hoesten, niezen ed.). Ook het reeds eerder vermelde, door RODRIQUEZ DE MATA beschreven geval van plotseling opgetreden blindheid in aansluiting aan een peridurale inspuiting met Jodipin, zou hiervoor een verklaring kunnen vinden.
PURDON MARTIN (1941) meent hieruit tevens een verklaring te kunnen putten voor de puerperale sinusthrombose als gevolg van embolieën uit het kleine bekken, die via het 'paracavale' veneuze systeem in de craniële sinus terechtkomen.

Voorts bevinden zich zenuwvezels in de peridurale ruimte. Deze vezels zijn van de rami meningei afkomstig. Deze zenuwtakjes ontspringen uit de spinale zenuwen direct na de vereniging van de dorsale en ventrale wortels; via het intervertebrale foramen treedt elke ramus meningeus weer het vertebrale kanaal binnen. Volgens RÖNDURY (1937) verdeelt deze ramus zich dan in een opstijgend en neerdalend takje, dat elk weer samenhangt met de overeenkomstige ramus van het aangrenzende segment. Bovendien bestaan dwarse verbindingen tussen linker en rechter zijde van de zg. plexus meningeus. ROOFT (1940) heeft kunnen aantonen, dat vele zenuwvezeltjes uit deze plexus afkomstig in het ligamentum longitudinale posterior en in het achterste gebied van de annulus fibrosus eindigen.
De peridurale ruimte bevat in haar gehele uitbreiding losmazig bindweefsel met vet, dat de bloedvaten en spinale wortels omhult. De

hoeveelheid vet verschilt van individu tot individu, maar door de onderzoekingen van RAMSEY (1959) is gebleken, dat een zekere wetmatigheid in de localisatie kan worden opgemerkt.

Aan de ventrale zijde van de durale zak bevindt zich in het algemeen weinig vet, in tegenstelling tot de dorsale en laterale zones van de peridurale ruimte. De epidurale vetafzetting heeft aan de dorsale zijde voornamelijk tussen de wervelbogen plaats, zodat de verbreiding ervan de indruk verschaft van een metamere verdeling. In de caudale gebieden waar het vet rijkelijker in de dorsale zones vertegenwoordigd is, kan men zich bij het bezien van de illustraties bij de artikelen van RAMSEY niet aan de indruk onttrekken, dat zich in het mediane vlak geen of weinig vet bevindt. Hierdoor wordt een scheiding tussen de vetafzetting aan linker en rechter zijde waargenomen.
In het cervicale gebied is de hoeveelheid periduraal vet gering, alleen lateraal en caudaal van de achterste cervicale wortels wordt enig vet gevonden. In het thoracale gebied wordt spaarzaam op alle niveaux enig vet aangetroffen, voornamelijk tussen de vaten van de plexus vertebralis internus gelegen. In het algemeen neemt de vetafzetting in caudale richting toe. In het laterale gebied wordt steeds op elk niveau tussen de opeenvolgende wortels vet gevonden. Deze depots hangen samen met het vet in de wortelkanalen.
In het lumbale gebied heeft het vet eenzelfde localisatie in de dorsale en laterale zone van de peridurale ruimte en ook hier neemt de hoeveelheid steeds toe in caudale richting. Dit geldt vooral voor het vet in de laterale zone, waar het zich ventraal tussen de wortels uitbreidt vooral ter hoogte van de 5e lumbale wortel. In de middenventrale zone bevindt zich boven het niveau van de 5de lumbale wervel geen vet doch wel caudaal hiervan.
In het sacrale kanaal wordt veel vet aangetroffen, dat de caudavezels en het filum durae matris aan alle zijden omringt.

Het bindweefsel van de peridurale ruimte heeft op sommige plaatsen een wat dichtere structuur, waardoor de durale zak resp. de wortels steviger met de wanden van het vertebrale kanaal zijn verbonden. In de litteratuur vindt men beschreven:

a. een bindweefselverdichting tussen de met dura mater omhulde spinale wortel en het periost van de randen van het foramen intervertebrale (ligament van CHARPY);

b. een bindweefselverdichting aan de ventrale zijde van de durale zak, waardoor deze in het mediane gebied in lichte mate aan het ligamentum longitudinale posterius is gefixeerd;

c. een verdichting van het peridurale bindweefsel ter hoogte van het lumbosacrale gewricht. Hier is de dura mater door fijne bindweefselstrengetjes met het ligamentum flavum verbonden. (DOGLIOTTI, 1931; 1933; ABAJIAN, 1943).

d. fijne bindweefselstrengen, die de durale zak met het periost om de kleine wervelgewrichtjes heen verbinden.

Nergens wordt in de litteratuur melding gemaakt van een bindweefselachtige fixatie van de durale zak aan zijn dorsale zijde met het periost der wervelbogen; het wordt integendeel door een aantal onderzoekers

(oa. TESTUT, 1930, en ROUVIÈRE, 1924) uitdrukkelijk ontkend. Dit is eveneens het geval in de studie van HOCHSTETTER (1934) over de ontwikkeling der ruggemergsvliezen bij de mens.

In zijn materiaal vond deze onderzoeker, dat de dura mater gedurende de jongste phasen der ontwikkeling stevig met de wanden van het wervelkanaal was vergroeid. De epidurale ruimte wordt voor het eerst aan de ventrale zijde opgemerkt bij een embryo van 54 mm kopstuitlengte. Aan de dorsale zijde wordt een begin hiervan waargenomen bij een embryo van 66 mm kopstuitlengte, terwijl in een embryo van 73 mm kopstuitlengte de durale zak aan de dorsale zijde geheel geisoleerd ligt van de wand van het wervelkanaal.

Naar aanleiding van eigen bevindingen, zal op de fixatie van de durale zak aan de dorsale zijde nog nader worden ingegaan.
Het 'ligament' van CHARPY zou volgens een aantal onderzoekers de peridurale ruimte in de foramina intervertebralia volledig van de paravertebrale gebieden afsluiten. In het sacrale gebied daarentegen zou deze barrière onvolkomen zijn. (CATHELIN, 1903), HEILE, 1913 en DOGLIOTTI, 1931). FORESTIER (1922) heeft het ligament van CHARPY beschreven als een soort fibreus operculum, dat het intervertebrale foramen rond de spinale wortel min of meer afsluit. Hij verrichtte zijn onderzoekingen vooral aan gedroogde praeparaten. Zijn beschrijving van de spinale zenuw zoals deze door het intervertebrale foramen loopt is als volgt: 'Le funicule se trouve bien enfermé à l'intérieur du trou de conjugaison dans une double gaine, dont le feuillet interne, la dure mère, est le plus épais, le feuillet externe, lame épidurale, le plus mince. Mais au moment où le nerf sort du trou, avant sa division, il rencontre un plan fibreux très disséquable, qui forme en quelque sorte l'opercule fibreux de l'orifice externe du trou de conjugaison tendu sur le pourtour à la manière d'une peau de tambour sur son cadre, ou, si l'on veut, comme le tympan au fond du conduit auditif.'
Wel bevinden zich — vooral in de lumbale streek— talrijke openingen in dit operculum, doch via deze zouden de spinale zenuw en de bloedvaten de intrathecale ruimte verlaten, resp. binnentreden. Het aantal openingen zou aan individuele variaties onderhevig zijn. Epiduraal ingespoten Lipiodol wordt door deze auteur alleen paravertebraal teruggevonden, wanneer de hoeveelheid van het contrastmiddel een zekere maat zou overschrijden. Via de foramina sacralia wordt steeds een ruime afvloeiing van epiduraal ingespoten Lipiodol gezien. FORESTIER leidt hieruit af, dat deze openingen niet door bindweefselformaties zijn afgesloten. Een duidelijke verklaring van de afvloeiing geeft hij overigens niet. In elk geval lijken deze bevindingen niet in volledige overeenstemming te zijn met de bovenstaande suggestieve anatomische beschrijving van het fibreuze operculum van de foramina intervertebralia. Eerder

moet men besluiten tot een zeker niet volledige afsluiting. Volgens een aantal andere auteurs (oa. BROMAGE, 1954) zou deze barrière tussen de epidurale en de paravertebrale ruimte met het stijgen der jaren sterker worden.

Over deze barrière in het foramen intervertebrale is veel te doen geweest in verband met de peridurale anaesthesie. Het is nl. de vraag waar de werking van het ingespoten anaestheticum aangrijpt: op de spinale wortels distaal van de plaats, waar de durale schede eindigt, of wel na passage van de dura mater en de leptomeningen op het ruggemerg en zijn wortelvezels. Indien men aan de barrièrewerking van het ligament van CHARPY vasthoudt, kan slechts tot de tweede onderstelling worden besloten, omdat de bindweefselverdichting zich aan de durale omhulling van de spinale wortels vasthecht. Alleen op de sacrale wortels zou dan het anaestheticum distaal van de durale bekleding rechtstreeks kunnen inwerken.

HENNINGER (1936) vond een uur, nadat novocaine periduraal was toegediend, hiervan slechts een zeer geringe hoeveelheid in de liquor spinalis terug. Hieruit meent hij te moeten concluderen, dat de intradurale werking zo goed als geheel kan worden uitgeschakeld als mogelijkheid van aangrijping.

NUMANS en HAVINGA (1943) hebben bij kalveren het novocaine gehalte van de spinale liquor bepaald, nadat tevoren 12—15 ml van een $1\frac{1}{2}$ %-ige oplossing hiervan in de peridurale ruimte was ingespoten. 10 minuten na de inspuiting wordt de top van 200—250 γ novocaine per ml liquor bereikt en hierna daalt het gehalte geleidelijk aan. Bij koeien blijkt eveneens 10 minuten na een peridurale injectie van 100—140 ml $1\frac{1}{2}$ %-ige novocaine oplossing, als hoogste gehalte in de liquor 500 γ/ml te worden bereikt. Directe inspuiting van novocaïne in de liquorruimte zodanig, dat een concentratie van 200 γ/ml ontstaat, levert slechts een lichte sensibiliteitsstoornis in het achterlijf op. Bij een concentratie van 400—500 γ/ml voegen er zich tenslotte geringe motorische stoornissen aan toe. In vergelijking met het resultaat van de peridurale anaesthesie zelf, zijn dit slechts zeer geringe stoornissen.

HENNINGER zowel als NUMANS en HAVINGA menen derhalve, dat het intradurale aangrijpingspunt bij de peridurale anaesthesie de werking hoogstens voor een klein deel kan verklaren. Bovendien is hun uit aanvullende experimenten gebleken, dat de barrièrewerking van het ligament van CHARPY, zo deze al bestaat, gemakkelijk doorbroken kan worden. Na peridurale inspuiting van tal van kleurstoffen, blijken deze bij mens en dier in ruime mate in de paravertebrale weefsels te worden teruggevonden. Deze bevinding werd reeds in 1904 door SICARD en CESTAN gedaan na peridurale inspuiting met O.I.inktsuspensies bij honden.

Een systematisch onderzoek bij de mens is tot nu toe echter niet verricht. Evenals de bovenstaande auteurs zijn de meeste onderzoekers er wel van overtuigd, dat het periduraal ingespoten anaestheticum voornamelijk inwerkt op de spinale wortels in hun paravertebraal traject. (oa. WEESE, 1951; GROENENDIJK, 1954). Een kleine minderheid (oa. BROMAGE, 1954) meent echter dat het anaestheticum wel degelijk in voldoende mate de durale membraan kan passeren om hierbinnen zijn werking te ontplooien. Enerzijds wordt deze mening gebaseerd op de proeven van RUDIN en medewerkers (1951), die bij honden na peridurale novocaine inspuitingen in overeenkomstige hoeveelheden een hoger gehalte hiervan in de liquor spinalis terugvonden (nl. tot 800 γ/ml) dan door NUMANS en HAVINGA werd geconstateerd. Anderzijds voert BROMAGE als argument aan, dat hij in hogere leeftijdsklassen een geringere hoeveelheid anaestheticum periduraal hoeft in te brengen om steeds eenzelfde effect te ressorteren. Hij verklaart deze bevindingen door de grotere ondoorgankelijkheid van het ligament van CHARPY met het stijgen van de leeftijd, waardoor de paravertebrale uitvloed steeds geringer wordt. De vraag in hoeverre het ligament van CHARPY bij de mens inderdaad een barrière vormt tussen de peridurale en de paravertebrale ruimte, en voorts, of de leeftijd van invloed is op het eventueel afsluitend vermogen ervan, heeft de aanleiding tot een nader onderzoek gevormd. In het hoofdstuk over het normale canalografische beeld zullen de resultaten hiervan worden beschreven.

SAMENVATTING

De anatomische verhoudingen van het wervelkanaal en van de peridurale ruimte in het bijzonder worden beschreven. Hierbij wordt aan verscheidene facetten speciale aandacht besteed, zoals aan het bestaan van twee durabladen binnen het wervelkanaal, aan de variaties van de hiatus sacralis en het sacrale kanaal, aan de caudale eindiging van de durale zak, alsmede aan de inhoud van de peridurale ruimte.
Er wordt uitvoerig ingegaan op het vraagstuk betreffende het ligament van CHARPY. Dit sluit het intervertebrale foramen in meerdere of mindere mate af en kan aldus een barrière tussen de peridurale ruimte en de paravertebrale gebieden vormen.
De consequenties hiervan voor de peridurale anaesthesie worden belicht.

Het contrastmateriaal, dat meestal zonder veel moeite wordt ingespoten, breidt zich craniaalwaarts in de peridurale ruimte uit. Gewoonlijk stijgt het tot hoog lumbaal op, soms zelfs tot in het onderste deel van de thoracale wervelkolom. Deze uitbreiding is ruimschoots voldoende om de verhoudingen in het onderste deel van het lumbale en in het sacrale kanaal te bestuderen. De ervaring heeft geleerd, dat wanneer met kracht wordt ingespoten, de contraststof een hoger niveau bereikt. Tevens speelt de hoeveelheid ingespoten contraststof hierbij uiteraard een rol. Anderzijds zal deze uitbreiding afhankelijk zijn van de anatomische verhoudingen in de peridurale ruimte, met name van de hoedanigheden van het bindweefsel, dat zich in deze ruimte bevindt. Zo moet in enkele gevallen, waarin de contraststof ternauwernood het niveau van de lumbosacrale tussenwervelschijf bereikt, rekening worden gehouden met een belemmerde uitbreiding als gevolg van een verdichting van de bindweefselstructuur in het bovenste deel van het sacrale kanaal. DOGLIOTTI (1931, 1933) en ABAJIAN (1943) hebben beiden op deze anatomische variatie gewezen. Hoewel deze variatie als mogelijkheid van de belemmerde opstijging als eerste is genoemd, ligt het voor de hand in het bestudeerde materiaal vooral aan een pathologisch impediment te denken. Het canalografische onderzoek is steeds verricht bij patiënten, bij wie vnl. een laag lumbale of lumbosacrale afwijking in het wervelkanaal werd vermoed. Op grond hiervan is het onmogelijk uit het hier beschreven materiaal een gevolgtrekking te maken over de frequentie van de bovengenoemde anatomische variatie (in de zin van een niet-pathologische bindweefselverdichting op het hoogsacrale resp. lumbosacrale niveau) bij normale individuen. Wanneer volstaan mag worden een indruk weer te geven, dan kan worden vermeld, dat in de gevallen, waar de pathologische en operatief gecontroleerde afwijkingen zich tot hogere niveaux beperkten, canalografisch hoogstens dubieuze aanwijzingen voor een dergelijke anatomische variatie zijn gevonden.

Zoals reeds hiervoor is aangekondigd, is een onderzoek verricht naar de mate van doorgankelijkheid van de intervertebrale foramina resp. van de barrièrewerking aldaar. Er is tevens op gelet of een eventuele relatie met de leeftijdsklasse bestaat. Voor de hierover bestaande opvattingen moge worden verwezen naar de paragraaf handelende over

de anatomie van de peridurale ruimte in het wervelkanaal. Hierbij werd reeds de nadruk gelegd op het feit, dat wel enkele onderzoekingen bij proefdieren bekend zijn, waarbij echter de invloed van de leeftijd nauwelijks werd bestudeerd, maar dat de kennis van de anatomische verhoudingen bij de mens is terug te voeren op slechts enkele incidentele waarnemingen.

Bij het canalografische onderzoek kan in vele gevallen uit de paravertebrale afvloeiing van het contrastmiddel de eventuele doorgankelijkheid van het intervertebrale foramen met het zich aldaar bevindende ligament van CHARPY worden afgeleid. Zoals reeds is vermeld, wordt inderdaad in een niet onbelangrijk deel der onderzochte patiënten een hoeveelheid contraststof op de voorachterwaartse röntgenfoto's gezien, die terweerszijden van de wervelkolom als depots worden geprojecteerd. In gevallen, waar twee voorachterwaartse opnamen zijn gemaakt met enige tussentijd, blijkt bij vergelijking der beide foto's veelvuldig, dat de paravertebrale depots zich inmiddels in grootte hebben uitgebreid onder een gelijktijdige vermindering van de intensiteit hunner schaduwen. Hierdoor wordt het minder waarschijnlijk, dat een verdere uitvloeiing van de peridurale contraststof hiervoor verantwoordelijk moet worden gesteld, dan wel een verdere verbreiding van de reeds tevoren paravertebraal gedeponeerde contrastmassa. Bovendien zal er in het hierna volgende op worden gewezen, dat de resorptie van de periduraal liggende contraststof snel optreedt en aanzienlijk eerder plaatsvindt dan van de paravertebraal gelegen depots.

Veelvuldig tonen de paravertebrale depots een duidelijke samenhang met de intrathecale contraststof. In deze gevallen is duidelijk te zien, hoe de schaduw ervan zich van intrathecaal tussen de beide aangrenzende boogvoeten naar caudraal en lateraal voortzet om de paravertebrale depots te bereiken (afb. 13, 14 en 15).

Vergelijking met de opnamen in zijdelingse richting leert, dat de extrathecale uitbreiding van de contraststof ver naar lateraal bovendien naar ventraal en caudaal plaatsvindt (afb. 10 en 35). Het is derhalve waarschijnlijk, dat de paravertebrale afvloed via de intervertebrale foramina plaatsvindt. De richting waarin deze plaatsvindt stemt vrijwel overeen met die van de uittredende spinale wortels. Bovendien worden maar al te vaak beelden waargenomen, die er in sterke mate voor lijken te pleiten, dat de contraststof direct rond deze wortels is gelegen. De wortels zijn hierbij zichtbaar, doordat de contraststof deze terweerszijden omlijnen (afb. 13, 21 en 26); van deze dubbellijn heeft de bovenste zich als regel het meest intensief afgebeeld. Zet zich de uitbreiding verder naar lateraal voort, dan wordt door het uiteenwijken en het later weer naderen dezer lijnen, een spoelvormig gebied omgeven, dat naar vorm en localisatie

met het spinale ganglion overeenkomt. Vooral op de halfzijdelingse (3/4) opnamen kan een dergelijke configuratie herhaaldelijk worden teruggevonden (afb. 28).
In de gevallen, waar geen paravertebrale uitvloeiing van contrastmateriaal is vastgesteld wordt in het merendeel wel een periradiculaire contrasttekening gezien, die echter niet verder reikt dan het foramen intervertebrale.
Slechts in zeer schaarse gevallen wordt geen of slechts een licht aangeduide periradiculaire contrasttekening gezien. Deze gevallen betreffen steeds patiënten ouder dan 60 jaar. Hierbij is de bindweefselverdichting blijkbaar niet tot het gebied van het intervertebrale foramen beperkt, maar heeft zich waarschijnlijk verder binnen het wervelkanaal uitgebreid.
In de gevallen, waar in het lumbale gebied een paravertebrale afvloeiing van contraststof is waargenomen, blijkt deze slechts in een minderheid op alle niveaux symmetrisch te hebben plaatsgevonden.
Als nadere toelichting kan worden vermeld, dat het paravertebrale uittreden van de contraststof soms in de laagste lumbale segmenten overheerst, soms daarentegen bij voorkeur naast de bovenste lumbale met evt. de onderste thoracale wervels wordt gezien, terwijl in weer andere gevallen het hiertussen gelegen gebied de voorkeur heeft gehad. Hoewel gewoonlijk op deze niveaux een betrekkelijk symmetrische afvloeiing heeft plaatsgevonden, zijn gevallen geconstateerd waar de grootste afvloeiing links op een ander niveau heeft plaatsgevonden dan rechts het geval is.
Op de verschillen tussen de lumbale en de sacrale gebieden zal in het hierna volgende nog worden teruggekomen.
Voorwaarde, dat paravertebrale afvloeiing in het lumbale gebied plaatsvindt, is uiteraard, dat de contraststof zich tot een voldoend hoog niveau in de peridurale ruimte uitbreidt. Ongetwijfeld kunnen andere omstandigheden dan de doorgankelijkheid van het intervertebrale foramen voor de mate van afvloeiing van belang zijn zoals bv. de kracht waarmede de contraststof wordt ingespoten en de hoeveelheid hiervan die een bepaald niveau bereikt.
Bij dit onderzoek wordt echter niet zozeer op de mate dan wel op de afvloeiing als zodanig gelet. Hierbij wordt dan voorts uitgegaan van de veronderstelling, dat indien de periduraal ingespoten contraststof tot een voldoende hoog niveau is opgestegen, de paravertebrale verbreiding ervan een doorgankelijkheid van het intervertebrale foramen aantoont, terwijl in gelijke omstandigheden het ontbreken hiervan aangeeft, dat een barrière aanwezig is. Deze barrièrewerking zal uiteraard gevormd kunnen worden door pathologische afwijkingen in de buurt van het

intervertebrale foramen gelegen, zoals bv. een lateraal gelegen prolaps van de tussenwervelschijf of een peridurale resp. periradiculaire vergroeiing ter plaatse. Dergelijke afwijkingen gaan zoals in het hiernavolgende zal worden uiteengezet, met karakteristieke veranderingen van het canalografische beeld gepaard. Bij de bestudering van de doorgankelijkheid van de intervertebrale foramina zullen de niveaux, waar deze pathologische veranderingen bestaan, buiten beschouwing worden gelaten.

Onder uitsluiting van deze afwijkingen suggereert de litteratuur vrijwel eenstemmig, dat de barrièrewerking in de wortelkanalen moet worden toegeschreven aan een sterk ontwikkeld ligament van CHARPY.

Het verdient m.i. echter wel overweging te bedenken, dat een overmatige hoeveelheid periduraal vet met zijn periradiculaire voorkeurslocalisatie hiervoor eveneens verantwoordelijk kan worden gesteld.

In enkele gevallen werd een canalografisch onderzoek herhaald. Bijzonder treffend blijkt hierbij, dat steeds vrijwel gelijke beelden zowel van de intrathecale als van de paravertebrale verbreiding der contraststof worden gezien.

Overigens worden zowel voor de intrathecale als paravertebrale contrastbeelden in het lumbale gebied vele individuele verschillen waargenomen. Enerzijds zijn gevallen aangetroffen met een intensieve centrale contrastkolom zonder paravertebrale uitvloed, terwijl in andere slechts een zwakke peridurale film wordt gezien met op dezelfde niveaux onevenredig grote paravertebrale depots van contraststof. In het bovenstaande is steeds gedoeld op paravertebrale uitvloeiing in de lumbale — hoogstens thoracale — segmenten. In de sacrale streek liggen de verhoudingen enigszins anders. Hier worden veelvuldig depots van contraststof gezien, die in hoeveelheid overigens sterk kunnen verschillen. Op de in voor-achterwaartste richting genomen foto's projecteren zich deze depots in hun grootste uitbreiding over het laterale gebied van het sacrum en kunnen zich in laterale en caudale richting over de amphiarthrosis sacroiliaca uitbreiden. (afb. 16, 17, 22, 25, 26, 30, 31 en 47). Foto's in zijdelingse richting leren, dat deze uitbreiding aan de voorzijde van het sacrum en de aangrenzende delen van het bekken plaatsvindt. Blijkbaar vindt de uitvloeiing van het contrastmateriaal door de foramina sacralia anteriora plaats en de verdere uitbreiding ervan in het bindweefsel van de achterwand van het kleine bekken. De uitvloeiende contraststof kan zijn weg overigens door verschillende foramina kiezen; soms ziet men een uittreden door vrijwel alle openingen, vaak met een voorkeur voor een van de bovenste paren, terwijl in andere gevallen een bepaalde voorkeur blijkt te bestaan voor één foramen aan beide zijden. In het laatste geval blijken deze beide foramina niet steeds op een niveau te zijn

gelegen. Afvloeiing via de foramina sacralia posteriora is nimmer met zekerheid geconstateerd.
Gewoonlijk wordt een duidelijke samenhang gezien tussen de grote lateraal gelegen depots en de centrale intrathecale contrastkolom in de vorm van een smalle zone, die wat haar localisatie betreft met de plaats van een foramen sacrale anterior overeenstemt.
Zoals hiervoor reeds is vermeld bestaat een individueel verschillende mate van praesacrale afvloeiing van contraststof. Ongetwijfeld zal deze afhankelijk zijn van de weerstand, die het periduraal ingespoten contrastmiddel op hogere niveaux ondervindt.
Vooral bij pathologische afwijkingen in het lumbosacrale gebied, canalografisch gekenmerkt door uitsparingen in de contrastkolom ter plaatse, wordt men als regel getroffen door een ruime praesacrale afvloeiing. (afb. 25.)
Voor de vele andere variaties in de mate van praesacrale afvloeiing kan slechts naar de oorzaken gegist worden. Men zou bv. kunnen verwachten, dat een sterke praesacrale verbreiding gepaard gaat met een geringe vulling van het lumbale wervelkanaal met contraststof. Alhoewel dergelijke beelden inderdaad zijn waargenomen, blijkt in andere gevallen toch een intensieve schaduw in het lumbale deel van het wervelkanaal te bestaan, zonder dat van de gebruikelijke hoeveelheid van de ingespoten contraststof was afgeweken. In weer andere gevallen is de combinatie waargenomen van een geringe, soms zelfs zeer geringe praesacrale afvloeiing met zowel een lichte als een intensieve intralumbale schaduw.

Voordat de nadere uitkomsten van het onderzoek naar de doorgankelijkheid der intervertebrale foramina met betrekking tot de verschillende leeftijdsklassen, zullen worden beschreven, dienen eerst nog enkele toelichtingen te worden gegeven.
Aangezien de periduraal ingespoten contraststof zich in craniale richting hoogstens tot de onderste thoracale wervels uitbreidt, verschaft het onderzoek volgens deze methode slechts gegevens, die zich tot de intervertebrale foramina in het lumbale gebied beperken.
Teneinde echter voor dit gebied tenminste tot gevolgtrekkingen te kunnen komen, zijn slechts die canalogrammen bestudeerd, waarop de intrathecale contrastkolom voldoende hoog reikt — nl. tot de bovenste lumbale wervels — en tot dit niveau een voldoend intensieve schaduw geven. De canalogrammen, die niet aan deze voorwaarden voldoen, zijn ter zijde gelegd.
Als criterium voor paravertebrale uitvloeiing is aangehouden, dat deze slechts dan als positief wordt genoteerd, indien de schaduw der contraststof zich op de voorachterwaartse opname zijdelings blijkt

uit te breiden van de vrijwel verticale lijn, die de laterale zijden van de opeenvolgende boogvoetprojecties verbindt. Voor de beoordeling in het lumbosacrale overgangsgebied is het verlengde van deze lijn, bepaald door de twee onderste lumbale boogvoeten, aangehouden.

Zoals hiervoor reeds is beschreven, is de mate waarin de contraststof naar paravertebraal afvloeit van geval tot geval verschillend. Het is niet doenlijk gebleken objectieve maatstaven hiervoor aan te leggen.

Tussen de zwak positieve en duidelijk negatieve gevallen worden echter nog twijfelachtige beelden onderscheiden; de contraststof is dan nauwelijks buiten de laterale boogvoetlijn gelegen.

Indien volgens deze classificatie voor verschillende niveaux uiteenlopende beoordelingen moeten worden gegeven, is steeds de sterkst positieve notering aangehouden. Volgens de voorgaande maatstaven heeft een onderzoek in 305 gevallen plaats kunnen vinden. Dit materiaal is ingedeeld in leeftijdsgroepen elk van 10 jaar; alleen de jongste groep is ruimer genomen nl. tot het 20ste levensjaar.

Voor een overzicht moge naar tabel I worden verwezen. Voor elke leeftijdsgroep is het aantal onderzochte gevallen aangegeven. Tevens is voor elk dezer groepen vermeld in hoeveel gevallen een positieve, twijfelachtige resp. negatieve contrastuitvloeiing via het intervertebrale foramen kan worden vastgesteld.

In de laatste twee kolommen van tabel I zijn de groepen der twijfelachtige en negatieve gevallen tezamen genomen. Beziet men de aantallen van de positieve gevallen in de verschillende leeftijdsgroepen, dan blijkt deze in de jongste groep relatief het hoogste te liggen. Met een enkele onregelmatigheid ten aanzien van de derde groep (31e—40e jaar) neemt

TABEL I

Paravertebrale uitvloeiing van contraststof door het lumbale foramen intervertebrale.

Leeftijdsgroep	aantal gevallen	Positief	Twijfelachtig	Negatief	Twijfelachtig en Negatief
tot 20° jaar	16	15	0	1	1
21° — 30° jaar	55	50	0	5	5
31° — 40° jaar	89	72	6	11	17
41° — 50° jaar	89	74	5	10	15
51° — 60° jaar	46	38	4	4	8
61° — 70° jaar	10	8	1	1	2
Totaal	305	257	16	32	48
Percentage	100 %	84,3 %	5,3 %	10,5 %	15,7 %

de positieve fractie bij toenemende ouderdom geleidelijk, doch in betrekkelijk geringe mate af. Op overeenstemmende wijze neemt het gezamenlijke percentage van twijfelachtige en negatieve gevallen toe. Deze getallen lijken derhalve een bevestiging te geven van het door FORESTIER geuite vermoeden, dat de doorgankelijkheid van het foramen intervertebrale met het klimmen der jaren in het algemeen wel afneemt. Hierbij is het echter wel de vraag of de veranderingen zich zuiver tot het gebied van het intervertebrale foramen beperkt, gezien de — overigens spaarzame — waarnemingen van ontbrekende of nagenoeg afwezige periradiculaire contrasttekening bij oudere mensen.

De daling van het percentage der „doorgankelijke" gevallen is echter betrekkelijk gering. Uit de gevonden getallen kan hoogstens worden besloten, dat er aanwijzingen bestaan, dat deze doorgankelijkheid met het stijgen der jaren afneemt, doch ingevolge statistische berekening kan dit niet significant worden gesteld (Instituut voor Theoretische Biologie, Leiden, directeur PROF. DR. H. R. VAN DER VAART).

Een en ander is derhalve niet goed in overeenstemming te brengen met de conclusie, die BROMAGE (1954) uit zijn ervaringen met de peridurale anaesthesie bij oudere mensen trekt. Hij constateerde immers categorisch, dat in de hogere leeftijdsklassen een geringere hoeveelheid anaestheticum periduraal hoefde te worden ingespoten om een zelfde effect te verkrijgen als bij jongere individuen. Het lijkt na dit alles wel zeer waarschijnlijk, dat andere factoren hierbij een rol zullen spelen.

Volgens gelijke richtlijnen is van het zelfde materiaal de praesacrale afvloeiing van contraststof bepaald.

Indien zich in een geval op de voorachterwaartse opname contrastmateriaal zijdelings van de foramina sacralia anteriora bevindt, is de doorgankelijkheid positief gewaardeerd. Voor het gehele materiaal blijkt het percentage van de doorgankelijkheid van de voorste sacrale foramina hoger te liggen (89,8 %) dan voor de lumbale intervertebrale foramina is vastgesteld (84,3 %). Met betrekking tot de verschillende leeftijdsklassen wordt een variatie waargenomen, die minder groot is dan voor het lumbale gebied geldt. De variaties zelve blijken geen duidelijk verband met de opeenvolgende leeftijdsgroepen te houden. Uit dit alles kan worden besloten, dat de factor of factoren, die in het lumbale gebied bepalend is resp. zijn voor de verminderde foraminale doorgankelijkheid in de hogere leeftijdsklassen, zich in het sacrale gebied niet of nauwelijks doen gelden. Het ingespoten contrastmateriaal blijft, alhoewel voor betrekkelijk korte tijd, in een vrijwel gelijkblijvende verbreiding in de peridurale ruimte liggen. Zoals in het voorgaande werd vermeld, heeft na 15—45 minuten reeds een aanmerkelijke resorptie plaats gevonden, tengevolge waarvan het contrastbeeld op de röntgen-

foto vervaagd is of niet meer wordt gezien. Intussen worden de nierbekkens steeds duidelijker zichtbaar. In een reeks gevallen waar een paravertebrale resp. praesacrale uitvloeiing van contrastmateriaal heeft plaatsgevonden, is het mogelijk geweest de resorptiesnelheid in de peridurale ruimte te vergelijken met die in de paravertebrale structuren. Als regel wordt gezien, dat de intrathecaal gelegen contraststof sneller verdwijnt dan voor de paravertebrale resp. praesacrale depots geldt. Aangezien dit verdwijnen uit de peridurale ruimte vrijwel even snel geschiedt in gevallen zonder paravertebrale verbreiding, lijkt het waarschijnlijk het genoemde verschil eerder toe te schrijven aan een tragere resorptiesnelheid in de paravertebrale weefsels, dan een verdere paravertebrale uitvloeiing hiervoor aan te nemen.

Indien de twee reeksen van röntgenfoto's spoedig na elkaar in aansluiting op de intrasacrale inspuiting worden genomen, worden soms wel verschillen in uitbreiding en verdeling van het intrathecale contrastmateriaal waargenomen. Deze verschillen worden vrijwel zonder uitzondering gezien, wanneer afwijkingen binnen het wervelkanaal bestaan. Hierbij is het in enkele gevallen voorgekomen, dat een dergelijke afwijking op een der röntgenfoto's duidelijker waarneembaar is geworden. Blijkbaar kan gedurende een korte periode na de inspuiting nog enige verplaatsing van de contraststof in de peridurale ruimte tot stand komen, doch hierna blijft een vrijwel gelijk beeld bestaan tot de resorptie een vervaging tot gevolg heeft.

Een verplaatsing onder invloed van de zwaartekracht kan niet tot stand worden gebracht. Blijkens eigen ervaringen blijft het röntgenologische beeld volkomen gelijk, wanneer de patiënt in rug- of buikligging, staand of liggend, zowel op de linker als de rechter zijde wordt onderzocht. Als routine worden, na de intrasacrale inspuiting der contraststof, röntgenfoto's van het onderste deel van de wervelkolom zowel in voor-achterwaartse als in zijdelingse richting gemaakt.

De in *zijdelingse* richting gemaakte röntgenfoto's tonen grotendeels twee bandvormige schaduwen (afb. 10, 33, 35, 36, 38, 39, 40 en 41). Eén hiervan breidt zich langs de voorzijde en de andere langs de achterzijde van het wervelkanaal uit. De beide bandvormige schaduwen worden onderling door een lichtere middenzone gescheiden. In slechts zeer enkele gevallen wordt een massieve contrastuitbreiding waargenomen, welke vrijwel het gehele wervelkanaal opvult, zonder dat een lichtere middenzone wordt gezien. In een geval, waar in het lumbale kanaal een groot ruimte innemend proces bestond, werd caudaal hiervan een dergelijke massieve schaduw gezien, terwijl de contraststof er boven zich als een zelfs dunne voorste en achterste band had uitgebreid. (afb. 39.)

Meestal wordt deze middenzone echter wel gezien, waarbij een betrekkelijk grote variatie in de dikte der contrastbanden kan worden geconstateerd. In het algemeen is de voorste dunner, doch intensiever van schaduw dan de achterste. Waarschijnlijk bestaat ventraal van de durale zak in de stralenrichting — d.i. in het frontale vlak — een grotere uitbreiding van de contraststof dan dit langs de dorsale zijde van het wervelkanaal het geval is.
De variatie in de dikte is voor de dorsale contrastband het meest opvallend. Blijkbaar biedt de epidurale ruimte in haar dorsale gebied een grotere mogelijkheid tot vulling met contraststof dan aan de voorzijde van het wervelkanaal.
Vooruitlopend op de uiteenzetting van het beeld betreffende de zg. plica mediana dorsalis, kan het waarschijnlijk worden geacht, dat de dorsale band ontstaat door de verbreiding van de contraststof ter weerszijden van deze mediane plooi. Het ligt voor de hand dat de lichtere middenzone door de min of meer in voorachterwaartse richting samengedrukte durale zak wordt veroorzaakt. Deze wordt immers door verdichtingen in het peridurale bindweefsel aan zijn laterale zijden met het periost bij de kleine wervelgewrichten verbonden (ROSENFELD, 1953) en tevens door de afgaande wortels zijdelings verankerd. Met deze zijdelingse fixatie voor ogen is het gemakkelijk denkbaar, dat de drukverhoging in de peridurale ruimte onder invloed van de ingespoten contraststof een dorsoventrale samendrukking van de durale zak althans van zijn laterale gebieden teweeg zal brengen, waarbij een plooivorming in het frontale vlak tot stand zal komen. De mate, waarin de durale zak in dorsoventrale richting door de epiduraal ingespoten vloeistof wordt ineengedrukt, zal de breedte van de middenzone, resp. van de voorste en achterste contrastbanden bepalen. In zekere zin wordt hiervan een bevestiging gezien in de enkele gevallen waar vroeger reeds een Ethiodanmyelografie had plaats gevonden. De röntgenfoto toont dan behalve periduraal tevens intraduraal gelegen contraststof. Zowel op de zijdelingse als op de driekwart opnamen bevindt dit laatste zich steeds binnen het gebied van de lichte middenzone. Afhankelijk van de ligging van de patiënt nadert het intradurale contrastmateriaal tot de voorste of wel de achterste peridurale contrastband. Steeds wordt echter een duidelijke en dunne scheidingslijn tussen de contrastschaduwen waargenomen.
Het is waarschijnlijk te achten, dat de intradurale (liquor) druk bij dit alles een belangrijke factor vormt. Het canalogram van een patiënt, bij wie de vorige dag een lumbale punctie was verricht en bij wie dientengevolge een lage liquordruk verwacht kon worden, toont op de zijdelingse foto een beeld, dat zeker voor deze opvatting zou kunnen pleiten. De contrastkolom toont in het caudale gebied nl. een massief

aspect. Naar boven toe vervolgend wordt eerst achter de vierde lendenwervel een lichte middenzone zichtbaar. Vaak wordt deze middenzone echter niet alleen in het gebied van de durale zak waargenomen, doch ook verder caudaal in het sacrale kanaal, soms zelfs tot aan de hiatus toe. In deze gevallen zijn de onderste vezels van de cauda equina tezamen met het filum terminale voor het beeld van de middenzone verantwoordelijk. Indien de middenzone zich van het lumbale gebied tot in het sacrale kanaal voortzet, valt achter de eerste sacrale geleding nog al eens een versmalling hiervan op. Deze geeft hoogstwaarschijnlijk de plaats aan waar de durale zak eindigt. De stijghoogte van de dorsale resp. ventrale band is gewoonlijk wel verschillend. Bestudering van de gevallen, waar geen bepaalde anomalieën het opstijgen belemmeren, leert dat de dorsale contrastband gewoonlijk hoger reikt dan de ventrale. Dit wordt in ongeveer 2/3 der gevallen waargenomen. De overige tonen in een vrijwel gelijke verdeling een gelijke stijghoogte of een hogere uitbreiding van de ventrale contrastband.

BOLLEN (1938) meent dat de vulling van de epidurale ruimte aan de dorsale zijde steeds hoger reikt. Hij knoopt hieraan de hypothese vast, dat bij de epidurale novocaine inspuiting de sensibele zenuwwortels hierdoor eerder beïnvloed zullen worden dan de motorische. Door onze bevindingen krijgt deze hypothese derhalve slechts een gedeeltelijke ondersteuning. Overigens is vooral de voorste contrastband niet overal even dik. Terwijl deze ter hoogte van een tussenwervelschijf het dunste is, wordt achter een wervellichaam regelmatig een verdikking gezien. (afb. 36 en 38.) Indien de vulling van de peridurale ruimte te wensen overlaat, kan de voorste contrastband ter hoogte van de tussenwervelschijven onderbroken zijn zonder dat hieruit pathologische veranderingen mogen worden afgeleid. Deze onderbrekingen worden dan op vrijwel alle niveaux waargenomen.

De dorsale contrastband is daarentegen, zelfs indien deze zeer smal is, steeds egaal afgetekend zonder segmentsgewijze verbredingen, onderbrekingen of bochten. In een enkel geval ontbreekt de voorste contrastband geheel, hoewel de dorsale band van een goede vulling getuigt. Ook het omgekeerde wordt soms waargenomen.

In een geval is gezien, dat de dorsale contrastband reeds vrij laag in dikte en intensiteit afnam om ter hoogte van de vijfde lumbale wervel te verdwijnen. In het hoog lumbale gebied werd deze band echter weer geleidelijk zichtbaar en kon tot in het thoracale gebied duidelijk worden vervolgd. Het is mogelijk, dat in deze gevallen de uitbreidingsbeperkingen door variaties in de peridurale bindweefselformaties zijn veroorzaakt. Op de röntgenfoto's in *voorachterwaartse* richting genomen (afb. 12, 13, 14, 16, 17, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 46 en 47) wordt de

contraststof gewoonlijk als een intensieve schaduw waargenomen, welke meestal vrijwel de gehele breedte van het wervelkanaal in beslag neemt. Soms is het meest laterale gebied wat minder contrastrijk, andere malen daarentegen weer scherper afgetekend, doch in breedte overtreft deze zuil toch steeds het gebied, dat bij het myelografische onderzoek wordt bestreken. In craniale richting reikt ook hier het contrastmateriaal tot hoog lumbaal of tot thoracaal. In deze richting verandert het beeld geleidelijk. Terwijl het tot midden lumbaal als een brede donkere contrastkolom in het oog springt, verliest de schaduw in opwaartse richting geleidelijk aan intensiteit om tenslotte geheel te vervagen.
De zijdelingse begrenzing blijft echter als twee dunne bandvormige lijnen relatief veel duidelijker zichtbaar dan de vervagende intensiteit van de massieve contrastkolom. Op nog hoger niveau verflauwen ook deze beide zijdelingse banden. Het valt echter op, dat de contraststof als regel op de zijdelingse opnamen tot een hoger niveau is te vervolgen, dan het geval is in voorachterwaartse richting. Hierdoor wordt het waarschijnlijk, dat de contraststof haar grootste uitbreiding in de peridurale ruimte heeft langs de voor- en achtervlakte van het wervelkanaal met een zekere voorkeur voor het frontale vlak. Zoals reeds bij de beschrijving der beelden in zijdelingse richting is vermeld, kan waarschijnlijk door een verdichting van het peridurale bindweefsel in het lumbosacrale overgangsgebied een hoger opstijgen van de contraststof worden bemoeilijkt. Dit wordt echter zonder dat pathologische veranderingen hiervoor verantwoordelijk kunnen worden gesteld, zelden gezien. Gewoonlijk wordt een ononderbroken massieve brede schaduw waargenomen. Over de zijdelings hiervan afgaande periradiculaire contrasttekening is in het voorgaande reeds een uitvoerige beschrijving gegeven. Vaak ziet men in de contrastkolom een scherpe lijnvormige opheldering in het mediane of bijkans mediane gebied (afb. 13, 16, 17, 20, 21, 22, 24, 32 en 47); soms wordt een dubbele lijn waargenomen (afb. 27 en 29). Ter verklaring van dit beeld moet worden teruggegrepen op de anatomie van de peridurale ruimte. Aangezien het een mediaan gelegen defect betreft, kan men zich onmiddellijk afvragen of een plaatselijke bindweefselverdichting hiervoor verantwoordelijk kan worden gesteld. Inderdaad wordt een dergelijke formatie beschreven en wel aan de voorzijde van de durale zak. Aldaar bevinden zich kleine vezelbundels, die de durale zak met de voorwand van het wervelkanaal verbinden. Deze bundels worden met uitzondering van het bovenste thoracale gebied in het gehele traject van de wervelkolom aangetroffen. Juist doordat zij zich in het lumbale gebied tot de mediane zone beperken, wordt het zeer verleidelijk het mediane lijnvormige defect toe te schrijven aan deze ventraal van de durale zak gelegen bindweefselverdichtingen.

Er zijn echter een aantal punten aan te voeren, welke deze onderstelling minder waarschijnlijk maken.

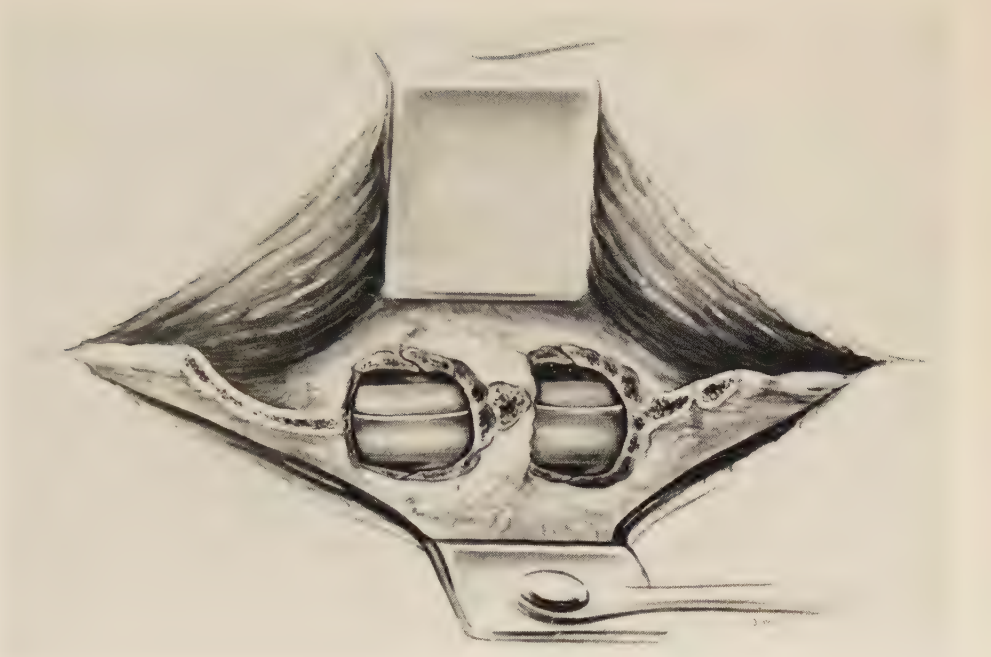
1°. in een aantal gevallen wordt op het voorachterwaarts opgenomen beeld een vermindering van de schaduwintensiteit der centrale contrastkolom waargenomen ter hoogte van een tussenwervelschijf, veroorzaakt door een plaatselijk pathologisch proces. Blijkens de zijdelingse foto's gaat dit proces van de voorzijde van het wervelkanaal uit, hetgeen men uit de karakteristieke afwijkingen van de voorste contrastband ter plaatse kan afleiden. Ondanks het feit van een pathologisch beeld aan de voorzijde in het wervelkanaal, kan de lichte middenllijn in deze gevallen ongestoord in haar normale uitbreiding worden vervolgd. (afb. 20.)

2°. bestaat echter een drukkend proces uitgaande van de dorsale zijde van het wervelkanaal (zoals bij één onzer patiënten bij wie operatief een stenose van een wervelboog kon worden aangetoond) dan kan de middenlijn wel degelijk veranderd zijn, bv. door een opvallende verbreding ter hoogte van de betrokken wervelboog.

3°. in een aantal gevallen wordt, in samenhang met de aandoening waarvoor een canalografie wordt verricht, in meerdere of mindere mate een torsiescoliose van de lumbale wervelkolom waargenomen. Bestudering van de lichte middenlijn leert, dat deze hier niet meer in het mediane vlak wordt geprojecteerd. Ten opzichte van het midden van de getordeerde wervellichamen bevindt zij zich hier links of rechts van. De afwijking uit het mediane vlak vindt regelmatig plaats in de richting waarheen de processus spinosus staat afgeweken.

4°. als gevolg van ziekelijke veranderingen langs de voorzijde van het wervelkanaal kan de peridurale ruimte plaatselijk zijn geobliteereerd. In een dergelijk geval is op de zijdelingse röntgenfoto waargenomen, dat de ventrale contrastfilm zich niet verder craniaalwaarts heeft kunnen verbreiden, zulks in tegenstelling tot de dorsale contrastband, die tot hoog lumbaal kan worden vervolgd. Ondanks het ontbreken van contrastmateriaal langs de voorzijde van het wervelkanaal, wordt op het in voorachterwaartse richting genomen canalogram de lichte middenlijn zeer duidelijk waargenomen.

5°. op halfzijdelingse opnamen (3/4 foto's) kan bij een gelukkige projectie de lichte middenlijn eveneens worden gezien. Aan haar achterzijde wordt ze op deze opnamen scherp begrensd door een dunne band van intensieve schaduw. Er voor bevindt zich een veel bredere band van aanzienlijk geringere schaduwintensiteit. In tegenstelling tot de achterste toont deze contrastband naar voren toe een steeds intensievere schaduw. Van belang is in dit verband, dat in een niet gering aantal gevallen waarschijnlijk gemaakt kan worden, dat de zone met geringere schaduwintensiteit, voor de middenlijn gelegen, overeenkomt met de lichtere



Afb. 2. Operatieschets. Horizontale hemilaminectomie L IV—V en L V—S I. De ligamenta flava zijn verwijderd. De dura mater toont de plica mediana dorsalis, die van boog tot boog uitgespannen staat.

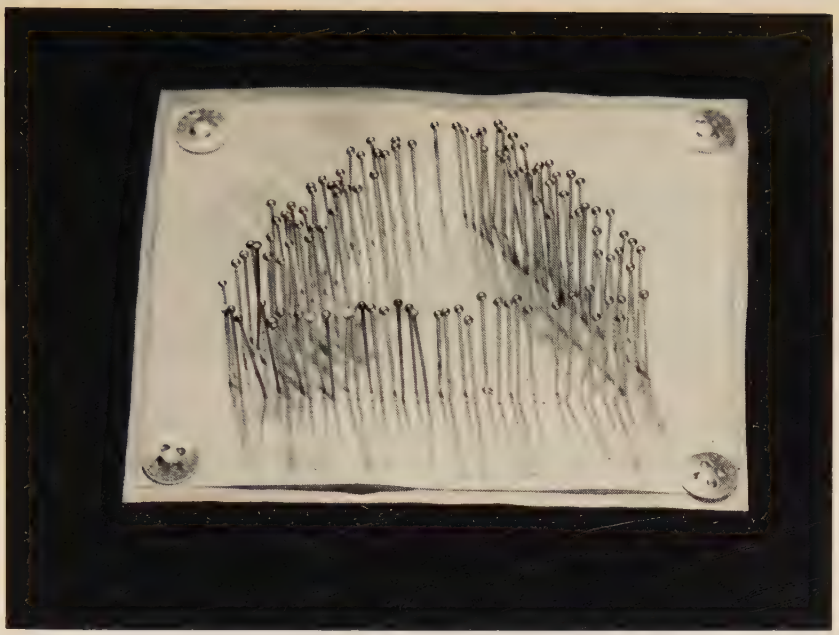
Fig. 2. Horizontal hemilaminectomy L IV—V and L V—S I. The ligamenta flava have been removed. In the dura mater the dorsal median fold can be observed, stretched between the arches.

middenzone op de zijdelingse projectie. Bij deze waarnemingen blijkt de lichte middenlijn zichtbaar op de voorachterwaartse opnamen, samen te hangen met de lichtere middenzone op de zijdelings genomen beelden; instructief hiervoor zijn 3/4 opnamen geweest bij patiënten, die een torsie van de wervelkolom hadden, zodanig dat de hoog lumbale gebieden vrijwel in zijdelingse richting werden gefotografeerd.

Uit de in deze vijf punten neergelegde waarnemingen kan worden afgeleid, dat de localisatie van de structuur, die de lichte middenlijn veroorzaakt, gezocht moet worden in het *dorsale* gedeelte van het lumbale wervelkanaal.
Waarnemingen tijdens exploratie van het lumbale wervelkanaal, hebben aangetoond, dat de dura tevens in het mediane gebied aan de onderzijden der wervelbogen is vastgehecht. Nadat de doornuitsteeksels van L IV, L V en S I alsmede de tussen deze bogen gelegen ligamenta flava zijn verwijderd, kan de durale zak gemakkelijk in zicht worden gebracht. Aangezien de zich hierin bevindende liquor cerebrospinalis gewoonlijk onder een druk staat, die hoger is dan de atmosferische, ziet de durale zak er gevuld uit. Verlaagt men deze druk echter voldoende hetzij door de patiënt met het voeteneind hoog te plaatsen, hetzij door met een naaldje liquor af te zuigen, dan valt de durale zak tezamen. Dit samenvallen geschiedt in ventrale richting, doch hierbij blijkt tevens, dat in het mediane vlak een dorsaal gerichte scherpe plooi ontstaat. Met de moderne narcosetechniek, waarbij door kunstmatige beademing de liquordruk verlaagd wordt, is de plooivorming tijdens de exploratie veelvuldig waargenomen.
Deze plooi loopt van boog naar boog en hangt in het hiertussen gelegen gebied iets omlaag. Aldus wordt een beeld gezien, dat grofweg aan een hangende verkeersbrug doet denken. De ophangpunten van deze plooi, de *plica mediana dorsalis*, bevinden zich aan de ventrale zijde der wervelbogen (afb. 2).
Wordt om een bepaalde reden de wervelboog geëxstirpeerd dan collabeert de durale zak in dit gebied in zijn geheel. Hetzelfde kan men bereiken door de aanhechting van de dura aan de wervelbogen met behulp van een stomp instrument los te maken. Het behoeft nauwelijks betoog, dat evenals bij intradurale drukverlaging, de vorming van de plica mediana dorsalis zal plaats vinden, wanneer de druk in de peridurale ruimte voldoende wordt verhoogd. In meerdere of mindere mate zal dit bij het inspuiten van een hoeveelheid contrastmiddel tot stand komen. Hierdoor wordt het wel zeer waarschijnlijk, dat het beeld van de lichte middenlijn op het canalogram overeenkomt met de plica mediana dorsalis.

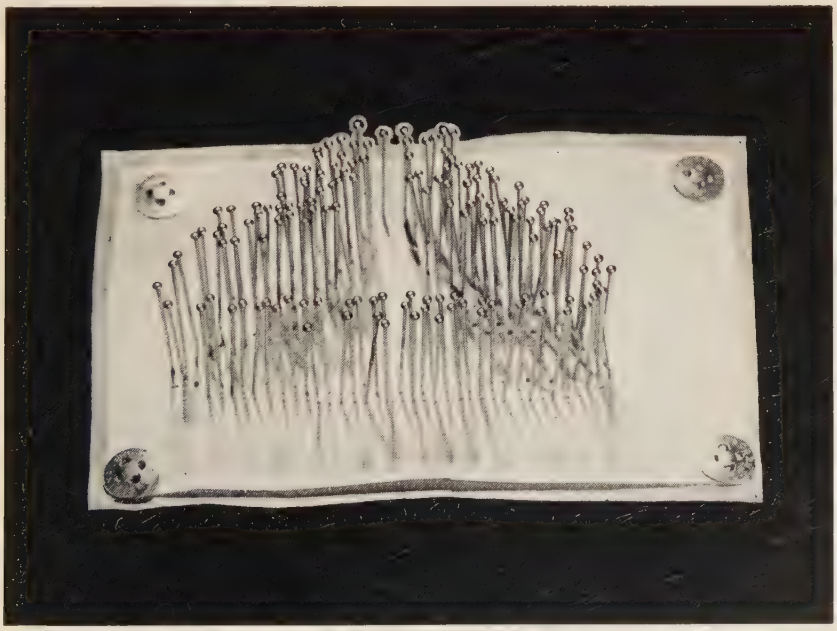
Hier kan nog aan worden toegevoegd, dat in enkele gevallen, waar röntgenologisch een verdubbeling van de middenlijn werd waargenomen deze durante operationem als een dubbele plica mediana werd teruggevonden.

Na de beschrijving van de anatomische verhoudingen in de peridurale ruimte, alsmede van de röntgenologische beelden bij het canalografische onderzoek verkregen, zal nu worden getracht een uiteenzetting te geven van hetgeen bij het inspuiten van de contraststof plaats vindt.
Door deze injectie zal de contraststof zich in de peridurale ruimte uitbreiden, waarbij de normale drukverhoudingen zullen worden verstoord. Dit geschiedt in dien zin, dat gedurende de canalografie de druk in de peridurale ruimte toeneemt en in vele gevallen hoger zal worden dan de liquordruk. Het gevolg hiervan zal zijn, dat de durale zak in mindere of meerdere mate zal worden samengedrukt. De wijze, waarop deze samendrukking plaatsvindt, is uiteraard afhankelijk van de fixaties van de durale zak aan de wand van het wervelkanaal. In het voorgaande is reeds uitvoerig beschreven, dat de durale zak door bindweefselverdichtingen en de afgaande wortels in de peridurale ruimte verankerd ligt aan de voorzijde (welke verbindingen echter gering zijn en vnl. ter hoogte van de tussenwervelschijven zijn gelocaliseerd), de zijkant en in de mediane zone aan de dorsale zijde van het wervelkanaal. Aangezien de zijdelingse fixaties zich ver naar ventraal in het wervelkanaal bevinden, zal het ingespoten contrastmateriaal zich in een laagje aan de voorzijde van de durale zak verbreiden, alsmede ter weerszijden van de plica mediana dorsalis in de dorsolaterale zones van de peridurale ruimte. Vooral deze laatstgenoemde zones bieden veel ruimte aan het ingespoten materiaal. Als gevolg hiervan zal juist hier een aanzienlijke compressie van de durale zak plaats vinden, waardoor deze op transversale doorsnede een min of meer driehoekige vorm zal gaan aannemen.
De basis hiervan bevindt zich langs de voorzijde van het wervelkanaal en de top reikt naar dorsomediaan.
Bij sterkere druk zal de durale zak zelfs omgekeerd T-vormig worden gecomprimeerd, waarbij de verticale poot hiervan naar dorsaal wijst. Met deze wijze van peridurale verbreiding der contraststof kan het tot stand komen van de verschillende canalografische beelden aannemelijk worden gemaakt. Hiertoe is een model gemaakt volgens de hierna volgende opstellingen. De omtrek van het foramen vertebrale van de vijfde lumbale wervel is op millimeterpapier getekend in een ongeveer viervoudige vergroting. Binnen deze afgeronde driehoekige omtrek, is een zone uitgezet, waarin de uitbreiding van de contraststof verondersteld wordt plaats te vinden. Dit is in tweevoud geschied; het ene model



Afb. 3. Speldenmodel. Op millimeterpapier is een transversale doorsnede van het lumbale wervelkanaal en de vermeende vorm van de peridurale ruimte op schaal getekend. In het gebied van de peridurale ruimte zijn op onderling regelmatige afstanden spelden opgesteld.

Fig. 3. Pin model. A diagram drawn to scale from a cross-section of the lumbar canal on millimetre paper, showing the assumed outlines of the peridural space. Pins have been placed in the peridural areas equidistant to provide a regular pattern.



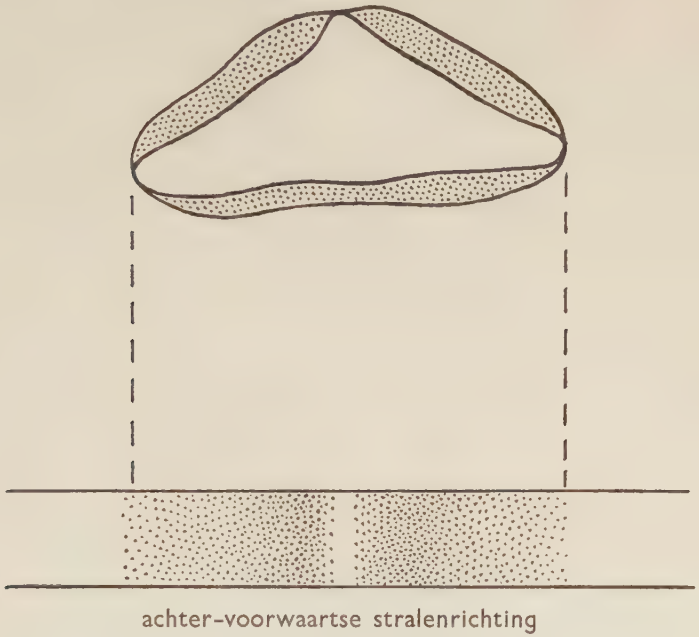
Afb. 4. Speldenmodel. Het gebied van de peridurale ruimte is iets ruimer afgetekend dan in afb. 3.

Fig. 4. Pin model. The area of the peridural space is greater in comparison with that in Fig. 3.

Afb. 5. Schaduw projecties van de speldenmodellen verkregen met behulp van een evenwijdige lichtbundel:
a. in voor-achterwaartse richting. In het midden wordt een lichte zone gezien, die met de ingetekende plica mediana dorsalis overeenkomt, (zie afb. 6a en 13).
b. in zijdelingse richting. Aan de rechter zijde wordt de ventrale contrastband als een intensieve schaduw geprojecteerd, door een lichtere middenzone van de dikkere dorsale contrastband gescheiden, (zie afb. 6b en 10).
c. in halfzijdelingse (3/4) richting. Aan de rechter zijde projecteert zich nu één der dorsolaterale peridurale gebieden als een smalle intensieve schaduw; links hiervan en door een lichtere zone gescheiden, bevindt zich de brede weinig intensieve projectie van het contrastmateriaal in het praedurale en het andere dorsolaterale peridurale gebied, (zie afb. 6c en 11).

Fig. 5. Shadow projection of the pin models obtained with a parallel light beam:
a. antero-posterior projection. In the middle, a light area can be observed, corresponding with the median dorsal fold drawn in. (see Fig. 6a and 13).
b. lateral projection on the right, the ventral contrast band is projected as a dark shadow, separated from the larger dorsal contrast band by the lighter central area. (see Fig. 6b and 10).
c. oblique (3/4) projection on the right, one of the dorso-lateral peridural area can be observed in projection as a dark strip to the left of which, bordered by a lighter area, the broad projection of the praedural and the other dorso-lateral area can be seen. (see Fig. 6c and 11).

geeft de toestand weer bij een sterke en het andere bij een geringere peridurale vulling. In de veronderstelde peridurale zone zijn spelden van gelijke dikte en lengte op regelmatige onderling gelijke afstanden geplaatst van iets minder dan 3 mm (afb. 3 en 4). Vervolgens zijn deze modellen in een lichtbundel van vrijwel evenwijdige stralen geplaatst en de schaduwbeelden op een witte achtergrond opgevangen. Door de modellen zo te plaatsen, dat de stralengang met de verschillende opnamerichtingen overeenkomt, kunnen de schaduwbeelden worden bestudeerd.



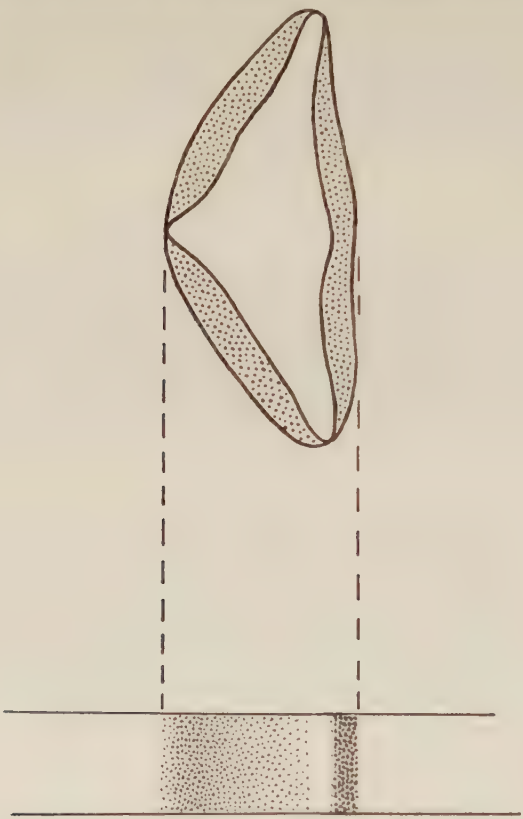
Afb. 6a. Schaduwvorming van de periduraal gelegen contraststof in voorachterwaartse, resp. achtervoorwaartse stralenrichting. De lichte middenlijn stemt met de plica mediana dorsalis overeen.

Fig. 6a. Shadow projection of the contrast material situated in the peridural space, in anteroposterior or posteroanterior direction. The white line in the middle corresponds with the median dorsal fold.

Met deze methode zijn schaduwen verkregen, die met de canalografische beelden een sterke mate van overeenkomst tonen.
De figuren 5a, 5b en 5c geven hiervan een indruk weer, resp. voor de opname in voorachterwaartse, zijdelingse en halfzijdelingse (3/4) richting. De afbeeldingen 6a, 6b en 6c illustreren dit op schematische wijze.
Doordat de middenlijn een scheiding lijkt aan te geven tussen het contrastmateriaal in een linker en een rechter helft van de peridurale

ruimte, is het waarschijnlijk, dat HEILE bij zijn experimenten op cadavers tot een volledige afscheiding tussen beide helften meende te moeten concluderen.

De ventraal van de durale zak gelegen bindweefselverdichtingen weer-



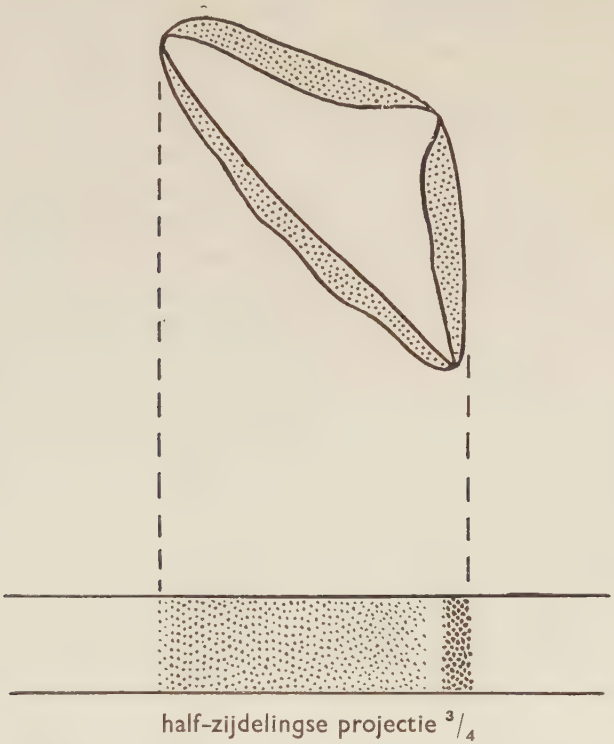
zijdelingse projectie

Afb. 6b. Schaduwvorming in zijdelingse projectie. De ventrale contrastband is smal en intensief van schaduw. Door een lichtere middenzone wordt hij van de bredere dorsale contrastband gescheiden.

Fig. 6b. Shadow projection in lateral direction. The ventral contrast band appears as a narrow, dark shadow. A lighter central area separates the broader dorsal contrast band from the ventral band.

spiegelen zich weinig in het peridurografische beeld. Soms worden echter smalle zones van halfschaduw waargenomen, welke eveneens mediaan zijn gelegen, doch breder zijn dan de lichte middenlijn. Gewoonlijk zijn deze zones het duidelijkst waarneembaar in het niveau van de tussenwervelschijven. Bij dit alles is het echter zeer goed denkbaar, dat een

ongewoon sterke ontwikkeling van dit bindweefsel tezamen met de dorsale durafixatie tot een afgescheiden zijn van de linker en rechter helft der peridurale ruimte kan leiden. Aldus kan de door BOLLEN geciteerde waarneming van DALEAS en GAY-GASPARROU worden verklaard, dat in een geval van peridurale novocaine-inspuiting een slechts éénzijdige anaesthesie werd bereikt.
In ons materiaal wordt de mogelijkheid van een afscheiding tussen de



Afb. 6c. Schaduwvorming in halfzijdelingse (3/4) projectie. Een der beide dorsolaterale zones vormt een smalle en intensieve schaduwband.

Fig. 6c. Oblique shadow projection (3/4). One of the two dorso-lateral contrast bands appears as a narrow, dark strip.

rechter en linker helft der peridurale ruimte in een aantal gevallen bevestigd. In elf gevallen is waargenomen, dat de contraststof zich boven een bepaald niveau slechts aan één zijde uitbreidt. De grens ten opzichte van de andere, niet gevulde helft wordt als regel door de mediaanlijn bepaald, overeenkomstig de plaats waar in andere gevallen de plica mediana als contrastloze lijn zichtbaar zou zijn. Een voorbeeld hiervan wordt weergegeven door figuur 19, waar boven het gebied van de vierde

tussenwervelschijf de contraststof aan de linkerzijde zo goed als geheel ontbreekt. Onder het niveau waar deze eenzijdige vulling begint, wordt echter een symmetrische verdeling waargenomen.
Behalve de elf gevallen waar een zo strikte eenzijdige vulling bestaat, zijn op 17 canalogrammen op minder intensieve wijze toch duidelijke verschillen gezien tussen de beide helften der peridurale ruimte. Hieronder vallen beelden, waar — steeds boven een bepaald, meestal discaal niveau — de beschaduwing aan een zijde belangrijk minder intensief is dan aan de andere zijde; deze asymmetrie reikt hierbij zo hoog als contraststof zichtbaar is. In andere gevallen kan de asymmetrie slechts tot een lager niveau worden vervolgd; hierboven herstelt zich in craniale richting dan een gelijkelijke verdeling van de contraststof over de beide helften. In de laatstgenoemde groep betreft het echter steeds gevallen, waarin de asymmetrie zich minstens over een drietal segmenten uitstrekt. Blijkbaar is in deze gevallen de afscheiding tussen de beide helften der peridurale ruimte in de bovenste lumbale segmenten niet meer zo volledig als hieronder het geval is.
In al de 28 gevallen wordt in het sacrale gebied en eventueel eveneens ter hoogte van de vijfde lumbale wervel een symmetrische verbreiding der contraststof gezien. Eerst boven het niveau van de vierde lumbale resp. van de lumbosacrale tussenwervelschijf treedt de asymmetrische vulling op. In de 17 gevallen van zwakkere schaduw aan één zijde, wordt duidelijk gezien, dat de grens tussen de beide ongelijk beschaduwde helften door de lijn van de plica mediana bepaald is.
Van deze groep van in het geheel 28 gevallen zijn 15 patiënten operatief behandeld. Bij 12 hiervan werd een discusprolaps gevonden. Deze prolapsen bevonden zich steeds aan één zijde, overeenkomend met de afwezige of minder beschaduwde helft van de contrastkolom. Zij promineerden alle in sterke mate en hadden een grote omvang. De prolaps ging in 8 gevallen uit van de vierde tussenwervelschijf en viermaal van de lumbosacrale discus. In de drie overige gevallen werd eenmaal een periradiculitis en periduritis ter hoogte van de vierde tussenwervelschijf aangetroffen met een zuiver linkszijdige localisatie en eenmaal een rechtszijdig gelocaliseerd periradiculair en periduraal venenconvoluut; in het derde geval bestond een benige stenose van de boog van de vijfde lumbale wervel tezamen met osteochondrotische botwoekeringen ter hoogte van de lumbosacrale tussenwervelschijf. Afgezien van het laatste geval bestond steeds een duidelijke eenzijdige localisatie van een afwijking, die de peridurale ruimte ter plaatse oblitereerde. Er onder werd immer een symmetrische vulling van het sacrale kanaal, eventueel met inbegrip van het onderste deel van het lumbale wervelkanaal aangetroffen.

Hiernaast zijn echter vele gevallen in ons materiaal bekend, waarin overeenkomstige operatieve bevindingen werden gedaan, maar waar de canalografische afwijking zicht strikt beperkte tot het niveau van de ziekelijk veranderde tussenwervelschijf. Hierdoor wordt het waarschijnlijk, dat een volledige afscheiding tussen de rechter en linker helft van de peridurale ruimte betrekkelijk weinig voorkomt.
Uit het feit, dat in een aantal gevallen hoog lumbaal weer meer contraststof aan de pathologische zijde wordt gezien, kan worden afgeleid, dat bij onvolledige afscheiding der beide helften van de peridurale ruimte, deze laag lumbaal het meest tot uitdrukking komt.
Hiermede is de volgende waarneming in overeenstemming: bij een patiënt, die operatief op twee opeenvolgende niveaux een linkszijdige discusprolaps bleek te bezitten, was op het canalogram te zien, dat de contraststof boven de lumbosacrale prolaps voornamelijk aan de rechter zijde was opgestegen. Achter de vijfde lumbale wervel werd deze afscheiding duidelijk door de lijn van de plica mediana dorsalis bepaald. Boven de vierde tussenwervelschijf echter herstelde zich de symmetrische verdeling der contraststof geheel.
Blijkbaar bestaat de afscheiding tussen de beide helften der peridurale ruimte hier slechts over de hoogte van de vijfde lumbale wervel met zijn aangrenzende tussenwervelschijven. Aangezien in het bestudeerde materiaal de eenzijdige afwijkingen voornamelijk laag lumbaal of lumbosacraal zijn gelocaliseerd, kan over een eventuele afscheiding in het bovenste lumbale gebied weinig meer worden besloten.
Tenslotte moet worden opgemerkt, dat nimmer een waarneming is gedaan, waaruit kon worden besloten tot een afscheiding tussen de beide helften der peridurale ruimte in het gebied van het sacrale kanaal. Het is derhalve waarschijnlijk, dat de eventuele afscheiding van de beide helften der peridurale ruimte in het lumbale gebied veroorzaakt wordt door de durale zak tezamen met de bindweefselformatie, die deze met de wand van het lumbale wervelkanaal verbindt.
In een aantal gevallen zijn tevens opnamen vervaardigd, terwijl de patiënt perste. De bedoeling hiervan is geweest om na te gaan of de verhoging van de liquordruk in de durale zak en van de veneuze bloeddruk in de plexus vertebralis internus veranderingen in het canalografische beeld teweeg kunnen brengen. De opnamen met en zonder persen zijn vrij spoedig na elkaar in voorachterwaartse en in zijdelingse richting gemaakt. De gevonden verschillen zijn in het algemeen gering te noemen. Het algemene beeld verandert niet of nauwelijks. De paravertebrale uitvloeiing van het contrastmiddel neemt door het persen niet toe. In een aantal gevallen wordt waargenomen, dat de uitbreiding van de intrathecaal gelegen contraststof zich een enkel segment hoger uitstrekt.

Hier staat tegenover, dat in een deel der gevallen de pathologische afwijkingen op het canalogram op wat meer uitgesproken wijze zichtbaar zijn geworden. Deze canalografische veranderingen zijn voornamelijk op de foto's te zien, die in voorachterwaartse richting zijn genomen. De verduidelijking der pathologische beelden onder invloed van persen is echter van zo geringe aard, dat geen aanleiding is gevonden deze maatregel als routine aan de gebruikelijke reeks van onderzoekingen toe te voegen.

SAMENVATTING

Aan de hand van normale canalogrammen resp. de niveaux, waar geen afwijkingen zijn vastgesteld, is de afvloeiing van het contrastmateriaal via intervertebrale foramina naar de paravertebrale gebieden bestudeerd. In verband met de veronderstelling, dat het ligament van CHARPY bij stijgende ouderdom een sterkere barrièrewerking in het intervertebrale foramen zou gaan uitoefenen, is de afvloeiing van het peridurale contrastmateriaal in verschillende leeftijdsklassen nagegaan. Hierbij is gebleken, dat er wel aanwijzingen gevonden zijn, dat de doorgankelijkheid met het stijgen der jaren afneemt, doch dat dit ingevolge statistische berekeningen niet significant mag worden genoemd.

Er wordt voorts een beschrijving gegeven van het normale canalografische beeld, zoals dit in de verschillende gebruikelijke richtingen geprojecteerd wordt gezien.

Tezamen met de bekende anatomische gegevens wordt hieruit een idee gevormd over de wijze, waarop de peridurale ruimte zich bij de canalografie met het contrastmateriaal vult. Deze opvatting is op schematische wijze getoetst aan een speldenmodel, waarvan met behulp van een lichtbundel schaduwbeelden zijn verkregen. Deze tonen in de overeenkomstige projecties een karakteristieke gelijkenis met de canalografische beelden.

Speciale aandacht is besteed aan de middenlijn, die vooral op het in voorachterwaartse projectie verkregen canalogram zichtbaar is. Het wordt waarschijnlijk gemaakt, dat deze lijn met een mediane plooi in het dorsale deel van de durale zak in het lumbale gebied overeenstemt. De anatomie van deze tot nu toe niet beschreven *plica mediana dorsalis* wordt verder toegelicht.

In verband hiermede komt de vraag naar voren of een scheiding tussen de linker en rechter helft van de peridurale ruimte bestaat. Het wordt waarschijnlijk gemaakt, dat een volledige afscheiding zeker tot de mogelijkheden behoort, doch dat deze omstandigheid betrekkelijk weinig voorkomt.

V. HET AFWIJKENDE CANALOGRAFISCHE BEELD

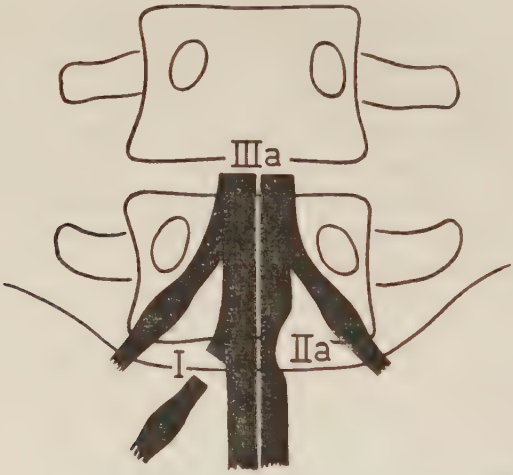
Zowel op de in zijdelingse en in halfzijdelingse als op de in voorachterwaartse richting gemaakte canalogrammen, kunnen door ziekelijke aandoeningen afwijkingen in de normale verbreiding van de periduraal ingespoten contraststof zichtbaar worden gemaakt. In de litteratuur zijn vrijwel uitsluitend de afwijkingen op het *zijdelingse beeld* beschreven. Het is ons bij de bestudering van ruim 450 canalogrammen echter gebleken, dat de *voorachterwaartse* opnamen in vele gevallen in een grotere frequentie afwijkingen tonen en derhalve vruchtbaarder inlichtingen verschaffen dan de zijdelingse. Hiertegenover moet worden gesteld, dat de beoordeling dezer voorachterwaartse opnamen moeilijker is en meer ervaring vergt dan voor andere (myelografische) onderzoekingsmethoden het geval is. Voor de nadere bestudering van ons materiaal is op gedetailleerde wijze een classificatie der verschillende canalografische afwijkingen opgesteld; dit heeft zowel voor het voorachterwaartse als voor het zijdelingse beeld plaats gevonden. Deze afwijkingen zijn tot een aantal grondpatronen herleid, die, althans op de voorachterwaartse opname, onderling gecombineerd kunnen voorkomen. Bij het lezen van de canalogrammen worden de afwijkende beelden dan a.h.w. in deze verschillende grondpatronen ontleed. Elk dezer grondpatronen wordt door een bepaald romeins cijfer al of niet met een letter gecombineerd resp. door een hoofdletter aangegeven. De eerstgenoemde groep betreft de grondpatronen op het voorachterwaartse beeld. Deze worden onderscheiden als I, IIa, IIb, IIIa, IIIb, IIIc, en IIId, terwijl de hoofdletters A en B afwijkingen op het zijdelings genomen canalogram kenmerken. Op deze wijze zullen de canalografische afwijkingen worden gecodeerd en met de operatieve bevindingen worden gecorreleerd. Dit onderzoek is geschied in een aantal groepen, in elk waarvan een bepaalde operatieve bevinding is gedaan. Deze groepen zijn wat de operatief vastgestelde afwijking betreft zo zuiver mogelijk gehouden. Vooral de grote groepen zijn zo gekozen, dat geen andere aandoening het beeld compliceerde.
De uitkomsten van het canalografische onderzoek dezer groepen zullen voorts onderling worden vergeleken.

Allereerst zullen de grondpatronen van de canalografische afwijkingen

op het voorachterwaartse beeld worden beschreven. Hierin zijn te onderscheiden:

I. *onderbreking van de periradicaluire contrasttekening, respectievelijk plaatselijke verzwakking van de intensiteit hiervan* (afb. 7, 12, 13, 14, 16, 27, 31, 32, 46 en 47).

Zoals in het voorgaande hoofdstuk over het normale beeld is beschreven, wordt de periradiculaire tekening door twee lijntjes gevormd, die van de centrale contrastkolom tot het intervertebrale foramen resp. hierdoorheen tot paravertebraal reiken. De worteltekeningen zijn niet in alle gevallen even duidelijk zichtbaar. Alleen dan is de afwijking volgens het



Afb. 7. Schematische afbeelding van de grondpatronen, I, IIa en IIIa.

Fig. 7. Schematic representation of basic patterns I, IIa, and IIIa.

grondpatroon I genoteerd, wanneer deze met het beeld op andere (normale) niveaux kan worden vergeleken. Bij de afwijking, die als I wordt geclassificeerd, is deze worteltekening onderbroken of plaatselijk geringer van intensiteit. Deze intensiteitsverzwakking kan vooral aan een der beide contrastlijntjes in sterkere mate tot uitdrukking komen, of ook wel één dezer lijntjes onderbreken, waarbij de andere zich slechts zwakker aftekent. In het algemeen wordt dan de sterkste afwijking aan de proximale contrastlijn gezien, doch het tegengestelde kan eveneens voorkomen. Meestal tonen de beide contrastlijntjes echter een afwijking van gelijksoortige aard.

Gewoonlijk wordt dit grondpatroon ter hoogte van een tussenwervel-

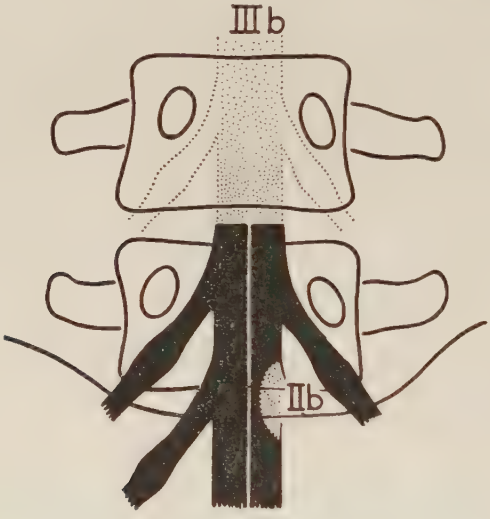
schijf waargenomen. Het is mogelijk, dat de onderbreking resp. de intensiteitsverzwakking zich alleen tot dit niveau beperkt, waarbij de periradiculaire schaduw er boven en er onder duidelijk zichtbaar blijft en een ongeveer gelijke intensiteit toont. In andere gevallen kan worden waargenomen, dat de worteltekening bij de tussenwervelschijf wordt afgebroken en onder het niveau hiervan in het geheel niet meer is terug te vinden. Evenzeer is het mogelijk, dat de intensiteitsvermindering van de worteltekening ter hoogte van de tussenwervelschijf optreedt en zich hieronder zonder duidelijke verandering voortzet.
De canalografische afwijking kan gekenmerkt zijn, doordat slechts het grondpatroon I aanwezig is. In deze gevallen kan een aandoening verwacht worden, die lateraal in het wervelkanaal is gelocaliseerd. Veelvuldiger worden echter combinaties met andere grondpatronen gezien. Afhankelijk van de uitbreiding en de localisatie van de aandoening, kan het grondpatroon I aan één of wel aan beide zijden worden waargenomen. Hierbij dient echter te worden vermeld, dat op twee canalogrammen, die korte tijd na elkaar zijn vervaardigd, soms onderlinge verschillen aan de dag kunnen treden. In slechts enkele gevallen is namelijk gezien, dat één dezer canalogrammen op een bepaald niveau een onderbreking van de worteltekening aan beide zijden toont, terwijl dit op de andere foto aan één zijde aanzienlijk duidelijker tot uiting is gekomen. Bij de operatieve exploratie kwam in deze gevallen vast te staan, dat de aandoening de grootste uitbreiding bezat aan de zijde waar de afwijking op de beide foto's even duidelijk zichtbaar was gebleven.

II. *Eenzijdig defect van de centrale contrastkolom* (afb. 7 en 8).
De centrale contrastkolom kan een eenzijdige defect te zien geven, dat zich op tweeërlei wijze kan presenteren:

a. plaatselijk toont de centrale contrastzuil aan één zijde een inham, terwijl de zijdelingse begrenzing aan de andere zijde ongestoord is gebleven (afb. 7, 14, 16, 17, 19, 29 en 47);
b. in plaats van een dergelijke inham, bestaat in dezelfde verbreiding een duidelijke intensiteitsvermindering van de schaduw der centrale contrastkolom. Ook in dit grondpatroon wordt aan de andere zijde een normaal gebleven begrenzing van de contrastzuil waargenomen (afb. 8, 20, 21 en 29).

Zoals uit het bovenstaande moge volgen breidt het contrastmateriaal zich gewoonlijk om het defect met vrijwel gelijkblijvende intensiteit uit. Dit betekent niet alleen, dat de contrastkolom aan de andere zijde een normaal aspect toont, doch tevens dat haar schaduwintensiteit aan de afwijkende zijde boven zowel als onder het defect onverzwakt is

gebleven. Als regel wordt dit defect dan ook zeer duidelijk waargenomen op de corresponderende halfzijdelingse opname en wel als een in het oog vallende onderbreking van de aan de ventrolaterale zijde van het wervelkanaal geprojecteerde contrastband. In enkele gevallen wordt op de voorachterwaartse opname echter een beeld gezien, dat hiervan afwijkt; de contraststof blijkt zich dan boven het eenzijdige defect, dat dan steeds van het type IIa is, aan dezelfde zijde niet of met een opvallende intensiteitsvermindering uit te breiden (afb. 19).
Op deze afwijkende verbreiding is in het voorgaande hoofdstuk reeds ingegaan, in verband met het probleem van het afgescheiden zijn van de



Afb. 8. Schematische afbeelding van de grondpatronen IIb en IIIb.

Fig. 8. Schematic representation of basic patterns IIb and IIIb.

beide helften der peridurale ruimte. Deze eenzijdige verbreiding der contraststof in het wervelkanaal is in 11 gevallen waargenomen, waarbij de afwijking zich over de gehele hoogte der contrastzuil heeft voortgezet. In al deze gevallen bestaat een scherpe grens tussen de gevulde en niet gevulde helft, waar bij symmetrische verbreiding de lichte middenlijn verwacht zou kunnen worden.
Bovendien kunnen hieraan 14 gevallen worden toegevoegd, waarin het eenzijdige defect niet zover is te vervolgen als de contrastzuil reikt. Dit wil zeggen, dat in deze gevallen de contraststof in het craniale gebied symmetrisch verdeeld ligt, terwijl caudaal hiervan bij meer dan twee opeenvolgende wervellichamen een eenzijdige vullingsdefect wordt

waargenomen. Weliswaar zijn nog een aantal andere gevallen gezien, waar het vullingsdefect zich over een kortere afstand heeft uitgebreid, doch deze zijn hierbij niet medegerekend.
Wel dient nog te worden vermeld, dat in drie andere gevallen de schaduw van de centrale contrastkolom over grote afstand eenzijdig van duidelijk geringere intensiteit is.
In het traject waar de contraststof zich slechts eenzijdig heeft uitgebreid, is slechts in een enkel geval een combinatie met een ander grondpatroon genoteerd nl. met IIIa. Op dit beeld zal in de volgende paragraaf handelend over het symmetrische defect van de centrale contrastkolom nader worden teruggekomen.
Gewoonlijk wordt het grondpatroon IIa en IIb op het niveau van een tussenwervelschijf aangetroffen; het kan zich craniaal of caudaal ervan uitbreiden. Eveneens is mogelijk, dat het vullingsdefect ter hoogte van een wervelboog wordt aangetroffen, hoewel dit echter veel minder veelvuldig wordt gezien.
In slechts enkele gevallen van gezwelmetastasen in een wervellichaam, heeft de afwijking zich over de afstand van het gehele corpus vertebrae uitgebreid. Behalve lumbaal en lumbosacraal kan het grondpatroon IIa eveneens in het bovenste gebied van het sacrale kanaal gelocaliseerd zijn. Zo is het enkele keren op de grens van de eerste en tweede sacrale geleding waargenomen.
De vorm van de grootte van het tot één niveau beperkte eenzijdige defect (IIa resp. IIb) is verschillend. In verscheidene gevallen reikt het tot de mediane lijn, in andere beperkt het zich daarentegen tot de meer laterale zone van de contrastkolom. Slechts zeer enkele malen is waargenomen, dat het defect in de vorm van een goed begrensde intensiteitsvermindering over de mediane lijn heen reikt (afb. 20). Vermeldenswaard is, dat in deze gevallen de lichte middenlijn zich zonder enige onderbreking of bocht door het afwijkende gebied laat vervolgen. Door operatieve exploratie zijn afwijkingen aan de voorzijde van het wervelkanaal aangetoond, die voor het defecte canalografische beeld verantwoordelijk zijn te stellen. Deze bevinding illustreert, dat de middenlijn in het dorsale gebied van het wervelkanaal tot stand komt. Zoals in het hoofdstuk over het normale canalografische beeld nader is toegelicht, wordt ze zeer waarschijnlijk door de plica mediana dorsalis veroorzaakt.
Het eenzijdige defect IIa of IIb wordt zeer vaak in combinatie waargenomen met de als I getypeerde onderbroken of verzwakte periradiculaire contrasttekening. Bij het grondpatroon IIa wordt gewoonlijk een onderbroken of een afgebroken worteltekening gezien, terwijl IIb meestal gecombineerd is met een intensiteitsvermindering hiervan. Soms is slechts één der beide contrastlijntjes, die de wortel flankeren

zichtbaar geworden. Uiteraard is het mogelijk, dat bij een eenzijdig defect van de contrastkolom, een gestoorde worteltekening niet alleen aan dezelfde maar eveneens aan de andere zijde wordt gevonden. Wordt dit bij het grondpatroon IIa of IIb slechts aan één kant aangetroffen, dan bevindt het zich steeds aan dezelfde zijde.
Maar hiernaast dient te worden aangestipt, dat het grondpatroon IIa of IIb geïsoleerd kan worden aangetroffen zonder dat de periradiculaire contrasttekening in haar uitbeelding heeft geleden. In een enkel geval is gezien hoe naast een eenzijdig defect in de zin van IIa, de worteltekening aanwezig is en een naar lateraal en craniaal convex verloop heeft gekregen (afb. 17).

Bij deze patiënt is bij operatieve exploratie op dit niveau een discusprolaps aangetroffen, die de passerende wortel naar lateraal bleek te verdringen.

In enkele gevallen is waargenomen, dat een discale aandoening, die zich over de gehele breedte van de tussenwervelschijf bleek uit te breiden, aan één zijde het grondpatroon IIa en aan de andere zijde het beeld IIb heeft veroorzaakt. De afwijking IIa bleek te corresponderen met de zijde, waar bij de operatie de sterkste afwijking werd aangetroffen. Deze combinatie van IIa met IIb vormt in feite een overgang tot de grondpatronen, die de gehele centrale contrastkolom betreffen en onder III gecodeerd worden. Wanneer het grondpatroon IIa zich op één niveau aan beide zijden manifesteert, is dit zeker het geval. Dit beeld wordt, zoals hierna zal worden beschreven als IIIc onderscheiden. Vooruitlopend op de interpretatie hiervan, kan worden gezegd, dat dit patroon veroorzaakt wordt door een prolabering van de tussenwervelschijf over haar gehele breedte. Men kan zich echter ook voorstellen, dat dit beeld door twee lateraal gelegen prolapsen uitgaande van één tussenwervelschijf tot stand wordt gebracht, die zich elk als IIa manifesteren. Inderdaad is deze omstandigheid operatief eenmaal in zuivere vorm vastgesteld. In de classificatie dezer canalografische afwijking wordt hierin echter geen onderscheid gemaakt en is ze als IIIc gecodeerd. Het beiderzijds op een niveau voorkomen van IIb is in dit materiaal nimmer waargenomen.

III. *Symmetrisch defect van de centrale contrastkolom* (afb. 7, 8 en 8a). Defecten van de centrale contrastkolom, die op één niveau zowel aan de linker als de rechter zijde bestaan ofwel in de middenzone ervan tot uiting komen, verschaffen doorgaans ter plaatse een symmetrisch beeld. De volgende grondpatronen kunnen worden waargenomen:
a. volledige onderbreking van de centrale contrastzuil (afb. 22, 25, 26, 28 en 46);

b. vermindering van de schaduwintensiteit over de gehele breedte van de centrale contrastkolom (afb. 24 en 27);
c. taillering van de contrastzuil (afb. 30, 31 en 47) en
d. vermindering van de intensiteit in het mediane gebied van de centrale schaduw (afb. 32).

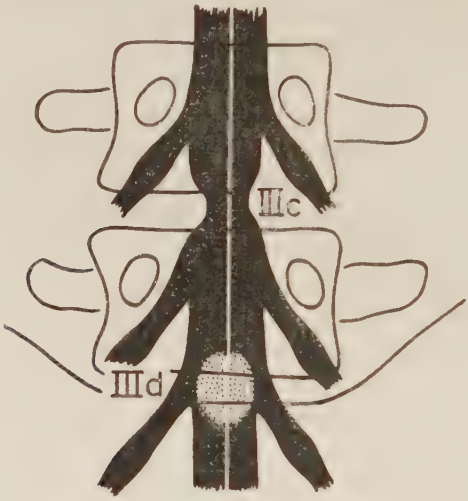
Evenals voor de grondpatronen IIa en IIb geldt, worden de bovenstaande afwijkingen in de meerderheid der gevallen ter hoogte van een tussenwervelschijf waargenomen. Maar het is ook mogelijk, dat verschillende grondpatronen III zich bij een wervelboog manifesteren. Dit geldt vooral voor IIIa en IIIb, doch soms ook voor IIIc en IIId. In enkele gevallen tonen de onder III vallende grondpatronen geen strikte relatie tot een tussenwervelschijf of een wervelboog, maar worden over enige afstand op een wervellichaam, eventueel overgrijpend op een tussenwervelschijf en de aangrenzende wervel geprojecteerd. Gewoonlijk vindt men deze uitbreiding in gevallen waar operatief een ruimte innemend proces binnen de durale zak wordt gevonden of waar een expansieve aandoening van een wervellichaam blijkt uit te gaan. In al de gevallen, waar één dezer symmetrische grondpatronen bestaat, worden op de beide halfzijdelingse richtingen vrijwel gelijke afwijkingen zichtbaar.
Het grondpatroon IIIa kenmerkt zich door een abrupte onderbreking van de centrale contrastkolom. Deze onderbreking kan zich als een 'stop' manifesteren, waarboven op het voorachterwaartse canalogram geen contrast meer wordt waargenomen. In enkele gevallen kan op het zijdelingse beeld hierboven nog wel een dunne contrastfilm over een korte afstand worden vervolgd. Deze is blijkbaar zo dun, dat geen afbeelding ervan op de voorachterwaartse foto tot stand komt. Dergelijke waarnemingen worden echter zelden gedaan. Gewoonlijk kan de onderbreking zowel op de voorachterwaartse als op de zijdelingse foto op gelijke hoogte worden vastgesteld. Vooral wanneer deze blokkade in het caudale gebied van het wervelkanaal is gelocaliseerd, ziet men hierbij vaak, dat veel contraststof, via de sacrale foramina in het bekkengebied is afgevloeid. In het algemeen dient te worden opgemerkt, dat het grondpatroon IIIa alleen dan als zodanig is aangenomen, wanneer de centrale contrastkolom op een bepaald niveau abrupt is onderbroken. Geleidelijke intensiteitsvermindering met nog enige craniaalwaartse voortzetting in de laterale zones van het wervelkanaal, zoals de vrij opgestegen contraststof gewoonlijk naar boven toe eindigt, is nimmer als IIIa gecodeerd.
In andere gevallen wordt craniaal van de onderbreking op een hoger niveau weer contraststof waargenomen, doch als regel is deze van een geringe hoeveelheid.

De bovengrens van het grondpatroon IIIa kan verschillende vormen bezitten. Ze kan vrijwel recht zijn, maar meestal is ze min of meer gebogen hetzij met een convexe hetzij met een concave lijn naar craniaal. De naar boven convexe begrenzing wordt nogal eens gezien in de gevallen, waar het contrast zijn einde vindt langs de bovenrand van een wervelboog.
Lang niet alle beelden zijn zuiver symmetrisch; men treft soms een bovengrens aan, die aan één zijde wat hoger ligt dan aan de andere. De schaduw van de contraststof zet zich dan vaak eenzijdig tuitvormig in de laterale zone van het wervelkanaal over enige afstand naar boven toe voort. Overigens wordt een dergelijke tuitvormige opwaartse voorzetting wel beiderzijds waargenomen; in dit geval heeft de bovengrens een andere vorm aangenomen, namelijk als van een V, hetgeen op enkele canalogrammen wordt gezien.
Een uitzonderlijk beeld is aangetroffen in een geval, waar van de eerste sacrale geleding af een zuiver eenzijdige opstijging van het contrastmateriaal heeft plaatsgevonden: ter hoogte van de bovenrand van de boog van de vijfde lumbale wervel toont deze halve contrastkolom een abrupte 'stop'. Hierbij is uiteraard geen sprake van een symmetrisch beeld, zodat dit niet als IIIa kan worden gecodeerd. Aangezien de gebezigde classificatie geen andere mogelijkheden toelaat, wordt dit beeld, dat slechts eenmaal is waargenomen, onder deze paragraaf vermeld.
Het grondpatroon IIIb verschilt in wezen slechts in geringe mate van IIIa. Het wordt gekenmerkt doordat de contrastzuil op een bepaald niveau niet volledig is onderbroken; haar schaduw kan hierboven nog wel worden vervolgd, doch deze is dan van een zwakkere intensiteit. De niveaux, waarop dit plaats kan vinden zijn dezelfde als voor IIIa zijn beschreven. In enkele gevallen wordt op enige afstand boven het niveau, waar het grondpatroon IIIb is opgetreden, wederom een beeld gezien, dat als IIIb kan worden gecodeerd. Nog verder naar craniaal wordt de contraststof dan gewoonlijk slechts in de meest laterale zone van het wervelkanaal gezien. In andere gevallen wordt waargenomen, dat de intensiteit van de schaduw der centrale contrastkolom op hogere niveaux weer toeneemt.
De mogelijkheid, dat een combinatie met andere grondpatronen voorkomt, is voor IIIa begrijpelijkerwijze uitermate gering. Het is in principe zelfs ondenkbaar, dat het met eenzijdige afwijkingen aan de centrale contrastkolom gepaard kan gaan (IIa en IIb).
Ten aanzien van de periradiculaire contrasttekening kan verwacht worden, dat deze afhankelijk is van het niveau, waar de stop is gelocaliseerd. Ligt deze bijvoorbeeld ter hoogte van de craniale rand van een

boog, dan ziet men de worteltekening behorend bij het hieronder gelegen discale niveau gewoonlijk goed uitgebeeld. Wordt de stop op discaal niveau gevonden en reikt het contrast tot de bovenrand van een wervellichaam, dan zal de worteltekening ter plaatse gewoonlijk niet zichtbaar zijn. Deze omstandigheid ligt echter anders, wanneer de contraststof zich in de laterale zones van het wervelkanaal nog over enige afstand in craniale richting heeft uitgebreid. Afhankelijk van deze afstand zal dan nog een volledige worteltekening of slechts de caudale contrastlijn hiervan tot uitbeelding komen (afb. 26). De combinatie van IIIa met I is slechts dan genoteerd, wanneer de uitbreiding van de contrastschaduw voldoende hoog is om op het betroffen niveau een worteltekening te verwachten en hieraan een onderbreking of plaatselijke intensiteitsvermindering is waargenomen.
Ten aanzien van het grondpatroon IIIb kan verwacht worden, dat de contraststof zich wel periradiculair kan verbreiden, hoewel de schaduw ervan een geringe intensiteit zal bezitten. In een aanmerkelijk groter aantal gevallen dan voor IIIa geldt, is een afwijkend beeld van de worteltekening in combinatie met IIIb als I genoteerd kunnen worden. In één geval is een combinatie van IIIa en IIIb gecodeerd. De centrale contrastkolom toont hierbij wel een abrupte eindiging, maar heeft zich in hetzelfde discale gebied op iets lager niveau over haar gehele breedte reeds met een duidelijk zwakkere schaduw afgebeeld.
Het grondpatroon IIIc is in een betrekkelijk groot aantal gevallen vastgesteld. Het wordt gekenmerkt door een taillering van de centrale contrastkolom, waarbij op één, meestal discaal niveau zowel aan de linker als de rechter zijde een inbochting wordt gezien. Men zou zich hierbij kunnen voorstellen, dat beiderzijds op één niveau het grondpatroon IIa tot uiting is gekomen. Zoals reeds in de passage betreffende IIa is opgemerkt, blijft de mogelijkheid bestaan, dat een lateraal gelegen discusprolaps, die zich canalografisch als het grondpatroon IIa kan manifesteren, bij dubbelzijdige localisatie het beeld IIIc kan opleveren. Een dergelijk geval is in zuivere vorm slechts eenmaal vastgesteld. Gewoonlijk echter vindt men dit grondpatroon — zoals in het hiernavolgende nog nader zal worden beschreven — in gevallen van discusprolaps en andere extraduraal gelegen pathologische processen, die de gehele breedte van het wervelkanaal in beslag nemen.
Evenals voor het grondpatroon IIa geldt, wordt de taillering van de centrale contrastkolom gewoonlijk in combinatie met een onderbreking van de worteltekening waargenomen, doch ook hierop zijn uitzonderingen vastgesteld. Soms wordt de schaduwintensiteit van de centrale contrastkolom boven de taillering duidelijk zwakker, hetgeen als een samengaan van IIIc met IIIb is genoteerd.

In een enkel geval is direct boven of onder de taillering aan één zijde van de contrastkolom een plaatselijke verzwakking van haar schaduw gezien. Dit beeld is als een combinatie van IIIc met IIb opgevat.

Het grondpatroon IIId wordt gekarakteriseerd door een plaatselijk lichter gebied in de middenzone van de centrale contrastkolom; ter weerszijden hiervan zet de schaduw zich met onverflauwde intensiteit ongestoord voort. Deze grondvorm komt betrekkelijk zelden voor en wordt gewoonlijk ter hoogte van een tussenwervelschijf of een wervelboog gevonden. In vele gevallen kan worden vastgesteld, dat de lichte middenlijn zich onafgebroken en zonder afwijking door het gebied

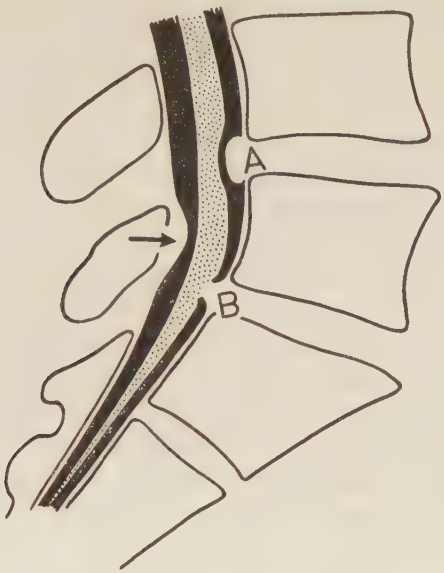


Afb. 8a. Schematische afbeelding van de grondpatronen IIIc en IIId.

Fig. 8a. Schematic representation of basic patterns IIIc and IIId.

van de verflauwde schaduw voortzet (afb. 32). Het patroon IIId is met diverse andere grondvormen gecombineerd waargenomen, vooral met I en met IIb. Voorts kan het samengaan met de andere grondpatronen, behalve met de onderbreking van de centrale contrastkolom (IIIa). Tenslotte rest nog te vermelden, dat de centrale contrastzuil in enkele gevallen in een beperkt gebied doch over haar gehele breedte een flarderige 'rommelige' configuratie toont, welk beeld niet als een apart grondpatroon gecodeerd is. De reden hiervan wordt gevormd door de zeldzaamheid van het beeld en de stricte relatie tot bepaalde peridurale aandoeningen (bv. durale adhaesies met de wand van het wervelkanaal). Dit beeld is wel in combinatie met een defecte worteltekening waargenomen.

Behalve op het in voorachterwaartse richting geprojecteerde canalogram, kunnen afwijkingen worden waargenomen op het zijdelingse beeld. Hierop kan een tweetal grondpatronen worden onderscheiden (afb. 9). Deze beide grondpatronen worden voornamelijk aan de ventrale contrastband waargenomen en hangen samen met aandoeningen, die zich aan of in de voorwand van het wervelkanaal hebben ontwikkeld. Afgezien van de gevallen, waarin deze aandoeningen een massale uitbreiding binnen het wervelkanaal hebben verkregen, toont de dorsale contrastband betrekkelijk zelden veranderingen op dezelfde hoogte



Afb. 9. Schematische afbeelding van de grondpatronen A en B.

Fig. 9. Schematic representation of basic patterns A and B.

(afb. 36 en 39). Dit wil echter niet zeggen, dat de dorsale contrastband geen op zichzelf staande afwijkingen kan tonen. In een beperkt aantal gevallen is dit wel het geval, zoals in het hiernavolgende zal worden uiteengezet (zie ook hoofdstuk XIIIc).

Aan de ventrale contrastband kunnen de volgende grondpatronen als afwijkingen worden vastgesteld:

A. naar dorsaal gerichte oplichting van de ventrale contrastband, (afb. 33 en 34).

B. plaatselijke onderbreking van de ventrale contrastband (afb. 35, 36 en 39).

ad A. De voorste contrastband moet worden gezien als de projectie van de contraststof, die zich tussen de durale zak en de voorwand van het wervelkanaal heeft uitgebreid. Als regel ligt de voorste contrastband derhalve dicht tegen de achterzijde van de wervellichamen en de tussenwervelschijven aangevleid. De geringe afstand tussen de contrastband en de zichtbare achterwand der wervellichamen moet worden toegeschreven aan weke delen langs de voorzijde van het wervelkanaal.
Zoals in het hoofdstuk over het normale röntgenologische beeld reeds is aangestipt, wijkt de voorste contrastband achter elke intervertebrale discus in meerdere of mindere mate naar achteren uit. Dit verschijnsel komt in het ene geval wat duidelijker tot uiting dan in het andere.
Het grondpatroon A wijkt van het normale beeld op duidelijke wijze af, doordat het als een opvallende naar achteren gerichte uitbochting van de voorste contrastband zichtbaar is en hierbij gewoonlijk tot één discaal gebied beperkt is gebleven. Soms betreft het echter twee of zelfs drie tussenwervelzones. Ter hoogte van de andere intervertebrale disci wordt dan echter een normale configuratie van de voorste contrastband aangetroffen. In ons materiaal is echter in enkele gevallen op vrijwel alle beoordeelbare discale niveaux een zo duidelijke oplichting van de voorste contrastband waargenomen, dat deze alle als het grondpatroon A zijn genoteerd. Men kan zich hierbij echter afvragen of hier niet sprake is van een normale vormvariatie.
Zoals in het bovenstaande reeds verscheidene keren tot uitdrukking is gekomen, stemt de localisatie van het patroon A als regel met die van de tussenwervelschijf overeen. Een enkele maal breidt de bocht van de contrastband zich over korte afstand verder naar craniaal of naar caudaal uit.
Tenslotte zij nog vermeld, dat de dorsale contrastband ter hoogte van het grondpatroon A zelfs in zijn meest uitgesproken manifestatie vrijwel nooit enige vormverandering heeft ondergaan.
ad B. Het grondpatroon B wordt gekenmerkt door een onderbreking van de voorste contrastband. In vele gevallen ziet men, dat de voorste contrastband ter weerszijden van de onderbreking naar dorsaal in sterke mate wordt opgelicht; de onderbreking belet een verder vervolgen van deze inbochting. Deze configuratie suggereert, dat ter plaatse een afwijking bestaat, die zich naar achteren uitbreidt en de peridurale ruimte aan de voorzijde van het wervelkanaal geheel blokkeert. Hierdoor wordt de mogelijkheid van contrastuitbreiding ter plaatse geheel te niet gedaan.
Bij wijze van uitzondering wordt achter de intervertebrale discus een beeld gezien, dat als een combinatie van de beide grondpatronen kan worden opgevat. De voorste contrastband zet zich voor een deel ononder-

broken langs de achterzijde van de tussenwervelschijf voort, maar toont hierbij een markante oplichting naar dorsaal; voor een ander deel vormt de contraststof, in sterkere mate naar dorsaal verplaatst, twee lipvormige schaduwen, waartussen de continuïteit is weggevallen (afb. 38).

Vooruitlopend op de interpretatie van de canalografische afwijkingen, moet dit beeld waarschijnlijk worden opgevat als te zijn veroorzaakt door een prolaps van de tussenwervelschijf, die enerzijds tot matige en anderzijds, vermoedelijk meer naar lateraal tot zeer sterke ontwikkeling is gekomen.

De onderbreking van de ventrale contrastband wordt echter niet altijd gecombineerd gezien met een dorsaalwaartse oplichting van de flankerende contrastlippen. In deze gevallen stopt de ventrale contrastband dan abrupt om zich na de plaatselijke onderbreking weer voort te zetten. Ook komt het voor, dat de contrastband, wanneer deze in craniale richting wordt vervolgd, al of niet met een opgelichte lip eindigt en op hoger niveau niet meer in het beeld terugkeert, terwijl dit volgens de uitbreiding van de dorsale contrastband wel te verwachten is. Blijkbaar heeft in deze gevallen een obstructie van de peridurale ruimte plaatsgevonden, die een verdere uitbreiding van de ventrale contrastfilm in de weg heeft gestaan.
In een aantal gevallen kan men vaststellen, dat ter hoogte van de onderbroken ventrale contrastband — in welke vorm dan ook — de dorsale contrastband aan de voorzijde in meerdere of mindere mate is ingedeukt en een naar dorsaal gerichte bocht toont (afb. 36 en 39).
Veelvuldiger en duidelijker wordt dit begeleidend verschijnsel op de halfzijdelingse foto waargenomen. De aandoening, die in deze gevallen meestal een prolaps van de tussenwervelschijf blijkt te zijn en een voornamelijk links- of rechtszijdige localisatie bezit, bemoeilijkt aan dezelfde zijde de uitbreiding der contraststof langs de dorsolaterale zijde van de durale zak (zie afb. 6a, 6b en 6c). Op de halfzijdelingse opname, waar de betrokken dorsolateraal gelegen contraststof tangentieel wordt getroffen, tekent zich deze verandering af door een plaatselijke verdunning en naar achteren gebocht zijn van de bandvormige projectie ervan.
Evenals voor het grondpatroon A geldt, wordt het grondpatroon B voor een groot deel der gevallen ter hoogte van de tussenwervelschijf waargenomen. In enkele gevallen is echter vastgesteld, dat de afwijking B zich achter een wervellichaam bevindt en aldaar een grotere uitbreiding bezit dan gewoonlijk op het discale niveau het geval is (afb. 39).
Voor de beide grondpatronen dient het volgende onder ogen te worden gezien. Wanneer de afwijking aan de ventrale contrastband een beperkte uitbreiding in zijdelingse richting heeft, is het zeer goed denkbaar, dat de contraststof zich hiernaast onbelemmerd op nagenoeg normale wijze

heeft verbreid. Wanneer de hoeveelheid hiervan voldoende is, zal de hierdoor veroorzaakte schaduw in zijdelingse projectie het grondpatroon kunnen verduisteren, zodat dit op de zijdelingse foto niet tot uiting hoeft te komen. Deze omstandigheid kan verklaren, hoe bijvoorbeeld een discusprolaps zich op de voorachterwaartse en halfzijdelingse foto *wel* en op de zijdelingse foto *niet* afspiegelt.

Zoals reeds is aangestipt, wordt slechts bij wijze van uitzondering een combinatie van de grondpatronen A en B op één niveau waargenomen. Ook hiervoor geldt de mogelijkheid, dat deze combinatie in een aantal gevallen aan de waarneming wordt onttrokken. Het is immers zeer goed mogelijk, dat de opgelichte contrastband over een bepaalde breedte is onderbroken, zonder dat dit gepaard hoeft te gaan met het apart zichtbaar worden van flankerende contrastlippen. Het is dan te verwachten, dat deze zich geheel in het contrastbeeld van het grondpatroon A projecteren.

Een zeer bijzonder beeld is bij een 45-jarige vrouw met recidiverende lage rugpijn waargenomen, die in de loop van enige dagen een ernstig beeld van een caudasyndroom ontwikkelde. Dit kenmerkte zich door sensibiliteitsstoornissen in het gebied van de sacrale dermatomen vooral aan de linker zijde, in combinatie met paretische verschijnselen van de linker voet en incontinentia urinae. Operatieve exploratie leerde, dat hieraan een in het mediane gebied geperforeerde prolaps van de lumbosacrale tussenwervelschijf ten grondslag lag. De durale zak met de hierin lopende vezels van de cauda equina bleek door de in het wervelkanaal uitgeperste nucleus pulposus in sterke mate te zijn opgedrukt. Het canalografische beeld van deze patiënte toont op de zijdelingse foto (afb. 37) een duidelijke afwijking van de ventrale contrastband. Deze is gedeeltelijk in zeer sterke mate opgelicht en voor een ander deel onderbroken. De dorsale contrastband reikt niet hoger dan het craniale einde van het dak van het sacrum. Bovendien blijkt zich contraststof in het gebied van de lumbosacrale tussenwervelschijf te bevinden en tot op korte afstand van de voorzijde van de wervelkolom te reiken. Blijkbaar heeft de contraststof zich in de ruimte kunnen verbreiden, die oorspronkelijk door de nucleus pulposus is ingenomen. Dit geval is uitvoerig gepubliceerd; voor nadere details moge hiernaar worden verwezen. (LUYENDIJK, 1953.)

De combinatie van A of B met de grondpatronen op het in voorachterwaartse richting genomen canalogram toont evenvele mogelijkheden als er grondvormen zijn. Neemt men de groepen A en B tezamen, dan kan men voor elk mogelijk grondpatroon op het voorachterwaartse canalogram een frequentie van 52 tot 60 % berekenen met een gemiddelde van 56 %.

Het in zijdelingse richting genomen canalogram kan eveneens afwijkingen tonen van de dorsale contrastband. De ventrale contrastband is dan van een normale configuratie of, indien deze wel afwijkingen toont, zijn deze hiermede in het algemeen niet topografisch gecorreleerd. Deze geïsoleerde afwijkingen van de dorsale contrastband zijn weinig frequent en tot een bepaalde anomalie beperkt. Dit vormt de reden, waarom deze canalografische afwijking niet als aparte grondvorm is gecodeerd en als zodanig in de betrokken tabellen is opgenomen.
De bedoelde afwijking bestaat uit een *indeuking* van de buitenste begrenzing van de dorsale contrastband, waarbij de afscheiding ten opzichte van de contrastarme middenzone gewoonlijk intact is gebleven (afb. 40, 41 en 42). Als regel wordt deze indeuking waargenomen ter hoogte van een wervelboog, waarbij een voorkeur blijkt te bestaan voor de craniale rand hiervan. Hetzelfde geldt voor de craniale rand van het dak van het sacrum.

In al deze gevallen is bij operatieve exploratie gebleken, dat de betrokken boog of de rand ervan in het wervelkanaal promineerde en aldaar in meerdere of mindere mate op de durale zak drukte.

In een aantal dezer gevallen toont de halfzijdelingse opname deze canalografische afwijking op duidelijker wijze aan dan de zijdelingse (afb. 42). Eenzelfde indeuking van de dorsale contrastband is waargenomen in een geval van lumbosacrale spondylolisthesis (afb. 43). In tegenstelling tot de vorige groep van afwijkingen toont de ventrale contrastband hierbij wél veranderingen. Van craniaal naar caudaal gaande verbreedt deze ventrale contrastband zich geleidelijk aan ter hoogte van de vierde tussenwervelschijf. Achter het afgeschoven lichaam van de vijfde lendenwervel vindt een verandering plaats, doordat de contrastband op indrukwekkende wijze breder wordt, en een min of meer driehoekige vorm aanneemt, waarvan de top tot de achterwand van het afgeschoven wervellichaam reikt. Bovendien buigt de contrastband in meer achterwaartse richting om, waarbij vrijwel een hoek van $\pm$ 120° tot stand komt. Blijkbaar komt hierdoor tot uitdrukking, dat de peridurale ruimte aan de voorzijde van het wervelkanaal vooral ter hoogte van de afgeschoven wervel aanzienlijk is toegenomen en zich als zodanig in het sacrale kanaal voortzet. In hetzelfde geval wordt de dorsale contrastband laag lumbaal als een lijn gezien, die de lichtere middenzone dorsaal begrenst. Ter hoogte van de boog van de vijfde lendenwervel wordt een duidelijke inbochting gezien.
Op minder uitgesproken wijze is hetzelfde beeld in een ander geval waargenomen, waarin de spondylolisthesis minder ver is voortgeschreden. De inbochting van de dorsale contrastband is hier zeer flauw, doch de

configuratie van de ventrale contrastband toont evenzeer een vergroting van de peridurale ruimte achter de afschuivende vijfde lendenwervel aan, hetgeen door luchtmyelografie bevestigd is. De ventrale contrastband heeft ter plaatse eveneens een min of meer driehoekige vorm aangenomen; de basis van deze driehoek vormt de geleidelijke voortzetting van de ventrale contrastband erboven en eronder; de top van de driehoek reikt tot de achterzijde van het wervellichaam van L V. In dit geval toont de contrastband, in caudale richting vervolgd, geen opvallende verbreding.

Een canalografische afwijking van geheel andere aard kan in het sacrale kanaal worden aangetroffen. Ook deze afwijkingen staan geheel apart, zowel wat de vormgeving als de pathologische achtergrond betreft, zodat hiervoor evenmin als voor de vorige groep een codering is ingevoerd.

Zoals in het hoofdstuk over het normale canalografische beeld reeds is beschreven, vormt de extradurale contraststof in het sacrale kanaal in voorachterwaartse projectie een vrijwel egale schaduw. In een aantal gevallen valt het op, dat hierin betrekkelijk scherp begrensde gewoonlijk ronde uitsparingen worden gezien, die meestal in de laterale zone van het sacrale kanaal zijn gelegen (afb. 44, 45, 46 en 47). Deze uitsparingen kunnen enkelvoudig ofwel beiderzijds voorkomen, in welk laatste geval een uitsparing aan een zijde gewoonlijk in grootte overweegt.

Zoals operatief gebleken is, liggen aan deze uitsparingen sacrale wortelcysten ten grondslag. Deze cysten kunnen zeer groot worden, waarbij ze het sacrale dak kunnen usureren, zoals bij één onzer patiënten zelfs bij uitwendige palpatie kon worden vastgesteld.

In een aantal gevallen is de cyste bij de peridurale inspuiting aangeprikt en met contraststof opgevuld (afb. 46). De kans dat dit gebeurt, is uiteraard groter naarmate de cyste volumineuzer is en hierdoor in het traject van de ingebrachte naald is komen te liggen. Het is echter zeer goed denkbaar, dat hetzelfde plaatsvindt in gevallen van kleinere cysten, wanneer de punt van de naald te ver naar lateraal is afgeweken. Dat dan gevaar bestaat voor een uitbreiding van de contraststof in de liquorruimte, wordt in hoofdstuk IX over de complicaties dezer onderzoekmethode behandeld. Gelukkig hebben zich in onze gevallen, waar één dezer cysten met contraststof is gevuld, geen complicerende verschijnselen voorgedaan. Gezien de felle reactie, waarmee de verbreiding der contraststof in de liquorruimte bij een patiënt — of in het experimentele vlak — bij een proefdier gepaard gaat, komt men welhaast tot de gevolgtrekking, dat de sacrale wortelcysten althans in een deel der gevallen *niet* met de subarachnoidale ruimte samenhangen.

Met het voorgaande is aangegeven, dat sacrale wortelcysten van enige omvang door uitsparing in de sacrale contrastkolom ofwel juist door opvulling met de contraststof, canalografisch aangetoond kunnen worden. Behalve in voorachterwaartse kunnen ze op de zijdelingse en halfzijdelingse projectie goed zichtbaar zijn (afb. 45). Hiertegenover moet worden aangenomen, dat kleine wortelcysten zich aan de waarneming zullen onttrekken.

Tenslotte moet in het algemeen worden opgemerkt, dat de grondpatronen zich niet altijd op even duidelijke wijze manifesteren. Dit geldt vooral voor de afwijkingen op het voorachterwaarts genomen canalogram. In een aantal gevallen worden er aanwijzingen voor gevonden, die echter een dubieus karakter dragen. Steeds is door ons een afwijking eerst dan genoteerd, wanneer hierover geen twijfel heeft bestaan.
Teneinde hierover een indruk te verkrijgen, zijn een kleine zestig canalogrammen ter beoordeling aan één mijner medewerkers (coll. J. DE LANGE) gegeven. Deze is in het algemeen met het lezen dezer beelden vertrouwd, doch met het ontleden in de diverse grondpatronen had hij tot voordien geen ervaring. Het ter zijner beoordeling gestelde materiaal werd zo uitgezocht, dat dit patiënten betrof, die hij niet kende.
Dit controle onderzoek heeft als resultaat opgeleverd, dat geen verschilpunten blijken te bestaan omtrent de localisatie van de diverse canalografische afwijkingen, evenmin wat de vermoedelijke oorzaak ervan betreft. Wel zijn verschilpunten ten aanzien van de codering van de grondpatronen naar voren getreden. Hierbij is gebleken, dat door mijn medewerker een wat groter aantal grondpatronen is genoteerd vooral ten aanzien van de defecte worteltekening dan door mijzelf. Dit moge tot de gevolgtrekking leiden, dat het vaststellen dezer grondpatronen door mij met een grotere voorzichtigheid heeft plaats gehad. Voorts is het waarschijnlijk, dat enkele gevallen van niet geheel symmetrische taillering van de centrale contrastzuil als een eenzijdig defect zijn geïnterpreteerd. Ten aanzien van de afwijkingen op het zijdelingse beeld stemt het aantal genoteerde grondpatronen vrijwel geheel overeen.

SAMENVATTING

Teneinde het afwijkende canalografische beeld beter te kunnen beoordelen, zijn een aantal grondpatronen opgesteld, waarin de anomalieën van de contrastschaduw kunnen worden ontleed.

Op het in voorachterwaartse richting genomen canalogram kunnen de volgende grondpatronen worden waargenomen:

I. onderbreking of plaatselijke intensiteitsvermindering van de periradiculaire schaduw.

II. eenzijdig defect van de centrale contrastkolom, met als ondervormen:
   a. zijdelingse inbochting,
   b. plaatselijke intensiteitsvermindering in de laterale zone van de centrale schaduw;

III. symmetrisch defect van de centrale contrastkolom, met als ondervormen:
   a. volledige onderbreking van de centrale contrastzuil,
   b. intensiteitsvermindering over de gehele breedte van de centrale schaduw,
   c. taillering van de centrale contrastkolom,
   d. intensiteitsvermindering van de middenzone van de centrale schaduw.

Op het door zijdelingse projectie verkregen canalogram kunnen als grondpatronen worden onderscheiden:

A. naar dorsaal gerichte oplichting van de ventrale contrastband,
B. plaatselijke onderbreking van de ventrale contrastband.

Al deze grondpatronen worden uitvoerig beschreven, waarbij in grote lijnen op de mogelijkheden van onderlinge combinaties wordt ingegaan. Hoewel de grondpatronen in voorachterwaartse en zijdelingse projecties worden beschreven, wordt nadrukkelijk het belang van de halfzijdelingse projectie onderstreept, waarin tal van canalografische afwijkingen duidelijker kunnen worden waargenomen. Bovendien wordt de indeuking van de dorsale contrastband beschreven. Deze afwijking is vastgesteld in gevallen, waar de wervelboog in het wervelkanaal promineert. Tenslotte is ingegaan op de canalografische afwijkingen in gevallen van spondylolisthesis en van sacrale wortelcysten.

VI. INDICATIE TOT CANALOGRAFIE

Gedurende de laatste zeven jaar heeft het canalografische onderzoek regelmatig toepassing gevonden. Aanvankelijk werd een hoog percentage van de patiënten lijdende aan pijn onder in de rug, irradiërend in een of beide benen, canalografisch onderzocht. Dit vond voornamelijk plaats in de periode, toen een nadere oriëntatie betreffende deze methode van onderzoek moest worden verkregen. Naderhand is de indicatie tot de canalografie echter beperkt en wel in dien zin, dat niet meer tot dit onderzoek is besloten in gevallen van een klassiek beeld van radiculaire ischias, waarbij een wortelcompressie wel zeer waarschijnlijk is en de localisatie hiervan vrijwel geen twijfel overlaat.
Gevallen echter waar een aantal diagnostische vraagpunten blijven bestaan, worden wel canalografisch onderzocht. Meer gedetailleerd kunnen de volgende omstandigheden worden genoemd, die een indicatie tot dit onderzoek vormen.

1. radiculaire irritatie, zonder — of met geringe — uitvalsverschijnselen;
2. radiculaire uitvalsverschijnselen, zonder — of met twijfelachtige — tekenen van wortelprikkeling;
3. veelvuldig recidiveren van radiculaire ischialgie, die met rust snel herstelt, (bv. ook reeds tijdens de klinische observatie);
4. beelden van radiculaire symptomatologie met onduidelijke hoogtelocalisatie van de aandoening;
5. beelden van radiculaire symptomatologie, getuigend van localisatie der aandoening op een hoger niveau dan gewoonlijk het geval is;
6. psychisch abnormaal gedrag, waarbij twijfel bestaat over de organische achtergrond of de ernst van de aandoening;
7. gevallen van dysbasia intermittens, waar door voorgaand onderzoek gebleken is, dat geen circulatiestoornissen in de beenspieren bestaan;
8. verdenking op het bestaan van andere aandoeningen dan discusprolaps in het lumbale of sacrale kanaal.

Uit het voorgaande moge volgen, dat vele gevallen van lumbale of lumbosacrale discusprolaps, gekenmerkt door een karakteristieke voorgeschiedenis en symptomatologie, zonder canalografisch onderzoek gediagnostiseerd en eventueel operatief behandeld worden.
In aansluiting hieraan dienen nog enkele punten te worden genoemd, die

bij de overweging om een canalografie te verrichten een contraindicatie kunnen vormen. In de eerste plaats dient geen canalografisch onderzoek te worden verricht, indien kort te voren een lumbale punctie is verricht. Ten aanzien van deze overweging moge verwezen worden naar hoofdstuk IX handelende over de complicaties, die bij dit onderzoek kunnen optreden.

Voorts dient voorzichtigheid te worden betracht in gevallen, waar ernstige dysraphische ontwikkelingsstoornissen in het lumbosacrale overgangsgebied bestaan. Als regel biedt het röntgenologische routineonderzoek duidelijke aanwijzingen hiervoor, meestal in de vorm van occulte spina bifida, die gewoonlijk tot één wervelboog beperkt is. Deze afwijking komt als zodanig frequent voor en vormt op zichzelf geen contraindicatie voor de canalografie. Heeft de anomalie zich echter over een groot aantal wervels uitgebreid, dan dient rekening gehouden te worden met de mogelijkheid van anomalieën in het wervelkanaal. In dit verband is belangrijk, dat de durale zak aanzienlijk lager kan reiken dan normaliter het geval is, zodat de kans bestaat, dat deze bij de canalografie wordt aangeprikt en de contraststof in de liquorruimte wordt ingespoten.

Als voorbeeld hiervan moge het volgende geval dienen:

M.B.L. reg.no. 30794 V.K.

Deze vrouw van 35 jaar heeft sinds 1949 met min of meer regelmatige tussenpozen aanvallen van „spit" in de rug gehad. Bovendien heeft zij gedurende deze tijd een aantal conflictsituaties doorgemaakt, die zij op ernstig neurotische wijze heeft verwerkt. Medio 1959 kreeg zij na een „knak" in de rug heftige pijn in de benen, waardoor zij zich aanvankelijk nauwelijks kon bewegen. De patiënte gaf soms uitstralende pijn in het rechter, dan weer vooral in het linker been aan.

Bij hoesten, niezen en persen verergerden haar klachten. Zij werd gedurende een aantal perioden conservatief behandeld, waarna enige verbetering tot stand kwam en zelfs gedeeltelijke werkhervatting mogelijk was. Steeds trad na korte tijd weer een recidief op, zodat zij in April 1961 met de overweging van een operatieve ingreep voor verdere klinische analyse werd opgenomen.

Bij het onderzoek van deze psychisch gealtereerde vrouw werd een sterk kyphoscoliotische verkromming in het onderste deel van de rug gezien. Ter hoogte van de tweede en derde lumbale wervel werd in het mediane gebied een naevus vasculosus met overmatige haargroei gevonden. De bewegingsmogelijkheid van de rug bleek zeer beperkt te zijn. Ter hoogte van het lumbosacrale overgangsgebied werd een sterke drukpijn aangegeven. De proef van Kemp viel naar rechts positief uit. Bij de handgreep van Lasègue aan het rechter been werd bij 30° heffen hevige pijn aangegeven. In tegenstelling tot de kniepeesreflexen waren de Achillespeesreflexen beiderzijds opgeheven. Bij het sensibiliteitsonderzoek gaf de patiënte vooral langs de laterale rand van de rechter voet hypaesthesie en hypalgesie aan. De patiënte deelde haar klachten op een zo bizarre en gedramatiseerde wijze mede, dat zij de indruk wekte onbetrouwbaar te zijn. Deze indruk werd ook tijdens het onderzoek verkregen.

Deze omstandigheid alsmede het feit, dat het beeld van haar aandoening niet al te duidelijk was, deden de behoefte tot nader röntgenologisch onderzoek met contraststof gevoelen. Het röntgenologische routineonderzoek toonde echter

een uitgebreid sluitingsdefect van de achterzijde van het sacrale kanaal, alsmede van de boog van de vijfde lendenwervel aan. De vastgestelde ontwikkelingsstoornissen deden het vermoeden rijzen, dat ook binnen het wervelkanaal anomalieën zouden kunnen bestaan. Op grond van deze overwegingen werd derhalve geen canalografie verricht, doch tot myelografie besloten.
Hierdoor kon worden aangetoond, dat de durale zak in zijn onderste gebied zeer wijd was, terwijl bovendien een uitloper ervan zichtbaar was, die tot het midden van de 4de sacrale geleding reikte! Een discusprolaps kon niet worden aangetoond. De afwijkingen werden door operatieve exploratie bevestigd. Bovendien bleek bij intradurale inspectie, dat het ruggemerg achter het vijfde lumbale wervellichaam eindigde.

In het bovenstaande geval was onderzoek met contraststof geindiceerd wegens het klinisch neurologisch niet geheel duidelijke beeld, gepaard gaande met een gealtereerd psychisch gedrag van de patiënte. De uitgebreide ontwikkelingsdefecten van de vijfde lumbale wervel en het sacrum vormde een contraindicatie voor canalografisch onderzoek. De hiervoor in de plaats tredende myelografie toonde een caudaalwaartse uitloper van de durale zak aan tot het gebied van de 4de sacrale geleding. Wanneer toch een canalografie had plaatsgevonden, was de kans groot geweest, dat de hierbij ingespoten contraststof in de liquorruimte zou zijn terecht gekomen met alle gevolgen van dien.

VII. TECHNIEK VAN HET CANALOGRAFISCHE ONDERZOEK

Voordat de canalografie plaatsvindt, wordt — meestal een dag te voren — onderzoek verricht op een eventuele overgevoeligheid van de patiënt ten aanzien van de te gebruiken in water oplosbare contraststof. Dit geschiedt door het middel intracutaan en intraveneus in te spuiten.

De intracutane injectie wordt als regel aan de volaire zijde van de onderarm toegediend. Hierdoor ontstaat een bleke kwaddel, die na een kwartier of langer omgeven is door een vlekkerig begrensde lichtrode hof ter grootte van een ouderwetse gulden. Na een uur is deze hyperaemie gewoonlijk verminderd of verdwenen.

Indien een overgevoeligheid ten opzichte van de contraststof bestaat, wordt een heftige reactie gezien, gekenmerkt door een sterk hyperaemisch infiltraat van grotere afmeting dan hierboven vermeld en vaak met urticariële efflorescenties in het randgebied ervan.

De intraveneuze injectie met 1 à 2 ml contraststof wordt normaliter goed verdragen zonder dat de patiënt hiervan enig effect bespeurt en zonder dat noemenswaardige veranderingen in de polsfrequentie en de bloeddruk optreden.

Bestaat er daarentegen een overgevoeligheid, dan uit zich deze, doordat de patiënt zich vrijwel direct in aansluiting aan de inspuiting, minder wel gaat voelen, er bleek uitziet en klam aanvoelt. De polsfrequentie is gestegen en de bloeddruk gedaald. Deze verschijnselen zijn van slechts zeer tijdelijke aard.

In onze ervaring — die zich niet alleen uitstrekt over patiënten, die in aanmerking kwamen voor een canalografie, maar tevens over die waarbij een arteriografisch onderzoek gewenst was — is een dergelijke overgevoeligheid slechts zelden tot uiting gekomen.

Contrastmiddel

Gedurende de eerste jaren, dat wij de canalografie te Leiden en te Amsterdam als onderzoekmethode toepasten, werd van een dijoodverbinding gebruik gemaakt, nl. het 3,5 dijood — 4 pyridon-N-azynzure diëthanolamine resp. methylglucamine. Deze contraststof, (Diodon, Ned. Pharm., Jodopyracet, USP) die eveneens voor arteriografie kan worden aangewend, is in de handel gebracht onder de namen: Pera-

brodil, Dijodon, Diodrast, Pyelombrine etc. Hiervan wordt steeds een 35 %ige waterige oplossing ingespoten.
In de laatste jaren is een trijoodverbinding hiervoor in de plaats getreden onder de naam van Urografin; dit is een mengsel van het natrium- en methylglucaminezout van 3,5 — diacetamido — 2,4,6 trijoodbenzoëzuur. (Diatrizoate sodium N.N.D.). Het praeparaat wordt bij het canalografische onderzoek als een 60 %ige waterige oplossing in de peridurale ruimte ingespoten.
Het voordeel van de Urografin wordt gevormd door de hogere intensiteit van de schaduw op de röntgenfoto.
Ter vermijding van complicaties, die met een *intra*durale inspuiting dezer contrastmiddelen gepaard gaan — hetgeen in ons materiaal echter zelden heeft plaatsgevonden — is in een enkel geval canalografisch onderzoek verricht met behulp van Abrodil; dit is het natriumzout van monojoodmetaansulfonzuur, dat in een 20 %ige waterige oplossing periduraal werd ingespoten. Het resultaat hiervan was teleurstellend, doordat de verkregen schaduw een dermate lage intensiteit bezat, dat geen voldoend gegronde gevolgtrekkingen konden worden gemaakt. Mede op grond van het feit, dat ook dit praeparaat, in de subarachnoidale ruimte gespoten, ook niet geheel onschuldig moet worden genoemd, zijn geen verdere pogingen in het werk gesteld, om de methode met Abrodil te verbeteren.

De peridurale inspuiting

Een uur tot drie kwartier voor het onderzoek wordt een praemedicatie toegediend, zoals deze voor kleine ingrepen gebruikelijk is. Het is gunstig gebleken hieraan Pethidine of Pantopon toe te voegen.
De patiënt wordt in buikligging of in zijligging op de röntgentafel geplaatst.
Na de gebruikelijke desinfectie van de huid in het gebied van de hiatus sacralis, wordt nauwkeurig de plaats van de inspuiting bepaald. Dit geschiedt het beste door de plaats van de beide cornua sacralia palpatoir vast te stellen. Tussen deze cornua wordt de voorwand van het sacrale kanaal in zijn meest caudale uitbreiding gevoeld en tevens, gewoonlijk op geringe afstand craniaal hiervan, de bovenrand van de hiatus sacralis. Op deze plaats nu wordt een lumbaalnaald van het gebruikelijke type, voorzien van mandrin, in het sacrale kanaal gestoken. Wat de steekrichting betreft, dient er voor te worden gezorgd, dat deze in het mediane vlak plaatsvindt.
Om deze reden kan het voorkeur verdienen, dat de patiënt zich in buikligging bevindt, aangezien hierdoor de oriëntatie gemakkelijker kan geschieden. In moeilijk te puncteren gevallen kan het zelfs raadzaam

zijn de patiënt in knie-elleboogshouding in te spuiten, zoals oorspronkelijk door SICARD en FORESTIER (1928) werd aanbevolen. De steekrichting in het mediane vlak zelf is niet exact aan te geven en wordt schattenderwijs door de richting van het sacrale kanaal bepaald.
De naald wordt niet te diep ingebracht. Teneinde het aanprikken van een eventueel laagreikende durale zak te vermijden, wordt de overgang tussen de derde en vierde sacrale geleding als de uiterst toelaatbare bovengrens aangehouden. Is de naald op de gewenste wijze ingebracht, dan wordt eerst de mandrin verwijderd en — terwijl de patiënt perst — gecontroleerd of geen liquor of bloed afvloeit. Wanneer liquor te voorschijn komt, zal men er beter aan doen het onderzoek af te breken en het niet eerder te herhalen, dan na twee weken. Zoals in hoofdstuk IX nader zal worden uiteengezet, bestaat bij het doorzetten van het onderzoek — ook wanneer de naald over enige afstand wordt teruggetrokken voordat de contraststof wordt ingespoten — maar al te zeer het gevaar, dat het contrastmateriaal de subarachnoidale ruimte binnendringt. Hiervan kunnen ernstige complicaties het gevolg zijn. Om dezelfde reden is het gewenst gebleken, tussen de canalografie en een voorgaande lumbale punctie een geruime tijd (minstens 14 dagen) te laten verstrijken.
Vloeit na het verwijderen van de mandrin bloed uit de naald af, dan dient men deze over enige afstand terug te trekken, totdat geen bloed meer afdruppelt. Onder deze omstandigheden is de kans, dat de contraststof geheel of gedeeltelijk intraveneus wordt gespoten, echter groter dan gewoonlijk het geval is.
Als volgende controlemaatregel worden twee kleine röntgenfoto's gemaakt om de positie van de naald te bepalen; één hiervan vindt in zijdelingse, de andere in voorachterwaartse richting plaats. Wanneer men zich meent te moeten beperken tot één opname, wordt, zoals uit eigen ervaring is gebleken, onvoldoende zekerheid verkregen, dat de naald werkelijk goed in de canalis sacralis is gelegen. Tevens wordt hierdoor gecontroleerd of de punt van de naald niet te hoog is komen te liggen; bevindt deze zich boven de gestelde grens tussen de derde en vierde sacrale geleding, dan dient de naald een eindweegs te worden teruggetrokken.
Nadat deze controlemaatregelen zijn uitgevoerd en eventuele correcties hebben plaatsgevonden, wordt als regel 15 tot 20 ml (zo nodig tot 30 ml) van de contraststof met matige snelheid ingespoten. Deze injectie vergt betrekkelijk veel kracht. Indien de inspuiting zonder noemenswaardige tegenstand plaats kan vinden en zonder dat de patiënt de injectie als pijnlijk ervaart, wordt men in de regel verrast, doordat op de röntgenfoto periduraal geen spoor van contraststof wordt gezien. Als

regel vindt men deze dan terug in de nierbekkens en verdere urinewegen. Blijkbaar is in deze gevallen, op wat ongewone plaats, een intraveneuze inspuiting toegediend met pyelografie als niet bedoeld gevolg.
Wordt de ingreep enige tijd later herhaald, waarbij men er goed aan doet de naald iets minder ver in te brengen, dan vindt als regel de verwachte vulling van de peridurale ruimte plaats.
Zoals in de paragraaf over de normale anatomie is vermeld, stuit het inbrengen van de naald in een klein percentage der gevallen op moeilijkheden. Deze zijn grotendeels te wijten aan een te nauwe afmeting van de hiatus sacralis, verbening van het bedekkende ligament of exostosen in het caudale deel van het sacrale kanaal.
Maar ook door andere anomalieën kan de canalografie mislukken. Zo is het mogelijk, dat het dak van het sacrale kanaal geheel membraneus is; de ingebrachte naald kan dit dak gemakkelijk perforeren, waardoor de kans bestaat, dat de ingespoten contrastvloeistof zich buiten het wervelkanaal in de paravertebrale spieren verbreidt.
Tenslotte kan een hoogreikende hiatus moeilijkheden opleveren; de tussen de beide cornua sacralia ingestoken naald kan dan vaak met moeite in het hoog beginnende sacrale kanaal worden ingebracht, aangezien het dak in het caudale deel van het sacrum ontbreekt.
Tijdens de inspuiting van de contraststof geeft de patiënt gewoonlijk pijn aan. Indien het onderzoek wordt verricht bij een patiënt, die lijdende is aan irradiërende pijn als gevolg van een laag lumbale cq lumbosacrale wortelcompressie, dan treedt in directe aansluiting aan de peridurale inspuiting een provocatie op van zijn gewoonlijk ischialgische klachten. In het algemeen kan worden vermeld, dat de pijn, die soms gering of soms heftiger is, in de regel na enige minuten weer afzakt.
Gedurende de eerste jaren is als regel ongeveer 5 minuten voor het brengen van de contraststof, 5 à 10 ml van een 1 of 2 %ige novocaïne oplossing periduraal ingespoten. Later is deze maatregel niet meer toegepast. Vergelijking van de beide groepen leert, dat de patiënten van de epidurale novocaïne injectie weinig baat hebben ondervonden voor de pijn, die bij het inspuiten van het contrastmiddel optreedt. Wanneer men te rade gaat bij de onderzoekers die van de peridurale anaesthesie studie hebben gemaakt, is dit ook te verwachten. Zo geeft o.a. GROENENDIJK (1954) op dat zeker 15 minuten na het inspuiten van een waterig anaestheticum gewacht moet worden, voordat er een goede anaesthesie is opgetreden.
Afgezien van het feit, dat de inspuiting met een dergelijk anaestheticum niet geheel zonder gevaar voor complicaties is, zou het onderzoek derhalve minstens een kwartier langer duren. Dit stuit in verband met de aandoening, waarvoor het onderzoek is ingesteld, in vele gevallen weer

op bezwaren, terwijl in hetzelfde tijdsverloop de pijnprovocatie zonder anaesthesie reeds voorbij is.
Deze redenen hebben ons ertoe gebracht de peridurale inspuiting met novocaïne te laten vervallen.

Röntgenologisch onderzoek

In aansluiting aan de peridurale inspuiting en verwijdering van de naald, wordt onder doorlichting gecontroleerd of er zich voldoende contraststof in het wervelkanaal bevindt. De patiënt ligt hierbij op de buik op de onderzoektafel en de röntgenbuis bevindt zich hieronder. Het doorlichtingsscherm resp. de film bevindt zich boven de patiënt.
Indien tijdens doorlichting een voldoende hoeveelheid contraststof wordt waargenomen, worden als regel 6 à 7 opnamen als volgt gemaakt:

1° de patiënt ligt op de buik; de stralenrichting is hierbij ventrodorsaal; filmgrootte: ½ × 30/40;
2° de patiënt ligt op de linkerzijde; de stralenrichting is lateraal; filmgrootte: ½ × 30/40;
3° evenals bij de vorige opname ligt de patiënt op de linker zijde en is de stralengang lateraal; de bedoeling van deze opname is een detailbeeld te verkrijgen van het laag lumbale en lumbosacrale gebied; filmgrootte: 18/24;
4° de patiënt ligt op de linker zijde, waarbij de rechter zijde naar voren is gedraaid; de stralengang is derhalve van links lateraal en ventraal naar rechts lateraal en dorsaal; op deze wijze komt een der halfzijdelingse of 3/4 opnamen tot stand; filmgrootte: ½ × 30 40;
5° de andere halfzijdelingse of 3/4 opname wordt vervaardigd doordat de patiënt op de rechter zijde is gelegen met naar voren gedraaide linker zijde; de stralengang is dan van rechts lateraal en ventraal naar links lateraal en dorsaal; filmgrootte: ½ × 30/40;
6° en 7° als 1° en 2°; in een aantal gevallen werden deze opnamen gemaakt, terwijl de patiënt perste, doch dit is niet in het routineonderzoek opgenomen geworden.
De 1° en 2°, de 4° en 5°, alsmede de 6° en 7° opname worden steeds gezamenlijk op een film van 30/40 gemaakt.

VIII. INVLOED OP DE SAMENSTELLING VAN DE LUMBALE LIQUOR

De vraag of de periduraal ingespoten contraststof van invloed is op de samenstelling van de spinale liquor is op zichzelf reeds belangwekkend. Practisch wordt dit probleem eens te meer interessant wegens de voorkeur om de canalografie aan de lumbale punctie vooraf te laten gaan. Zoals hiervoor reeds waarschijnlijk is gemaakt, kunnen hierdoor complicaties na de canalografie worden voorkomen.
In de litteratuur wordt slechts spaarzaam op dit vraagstuk ingegaan. JUNGE (1949, 1951, 1952) bericht, dat hij 6, 12 en 24 uur na de canalografie met viskeuze Perabrodil geen veranderingen in de lumbale liquor kon vaststellen. Er werd geen verhoging van het eiwitgehalte noch celvermeerdering waargenomen.
GÖLLNITZ (1951) beschrijft echter geheel andere uitkomsten. Deze onderzoeker verrichtte bij 50 patiënten direct na opneming een lumbale punctie en herhaalde dit een dag, een week en zo mogelijk ook nog twee weken nadat het canalografisch onderzoek had plaatsgevonden.
De canalografie werd met behulp van een 35 %-ige viskeuze Perabrodiloplossing uitgevoerd. Deze vond op zijn vroegst een week na de eerste lumbale punctie plaats.

Bij een patiënt trad enige tijd na de peridurale inspuiting allerheftigste pijn in de beide benen en de urogenitale streek op zonder dat hierbij convulsieve ontladingen werden gezien.

De onderzoeker vermeldt aan de hand van 4 gevallen, dat hij als regel liquorveranderingen na de canalografie heeft waargenomen in de zin van celvermeerdering en verhoging van het eiwitgehalte. Deze veranderingen traden een dag na de peridurale inspuiting het duidelijkste aan het licht. De pleocytose varieerde dan van 10/3 tot 149/3 cellen en het eiwitgehalte, bepaald volgens de methode van Kafka, schommelde tussen 2,0 tot 4,1 T (normale waarde $\pm$ 1,2 T). Ook in de suboccipitale liquor werden overeenkomstige veranderingen, echter op geringe schaal, vastgesteld. In qualitatieve zin viel het op, dat bij de celvermeerdering aanvankelijk segmentkernige leucocyten overheersten. Bij de volgende puncties werden echter overwegend lymphocytaire elementen aangetroffen. Deze uitkomsten worden echter bedenkelijk, doordat regelmatig bloedbijmenging in de liquor heeft plaats gehad, vooral bij de puncties, die

daags na de canalografie werden verricht. Men zou hieraan wellicht de betekenis kunnen hechten, dat de periduraal ingebrachte contraststof in staat is een plaatselijke hyperaemie te bewerken.
Aangezien GÖLLNITZ geen gegevens vermeldt betreffende de quantitatieve verdeling der afwijkingen in zijn materiaal, blijft de interpretatie zijner bevindingen wel dubieus.

Teneinde de invloed van het periduraal ingespoten contrastmateriaal op de liquorsamenstelling na te gaan, is het noodzakelijk minstens twee bepalingen met elkaar te kunnen vergelijken. Eén hiervan dient als controlebepaling óf te voren, óf langere tijd na de canalografie te worden verricht. De afwijking, waarvoor het canalografisch onderzoek geindiceerd is, kan immers op zichzelf reeds pathologische liquorafwijkingen veroorzaakt hebben. Voorts zal de vergelijking van de beide uitkomsten nog met enige voorzichtigheid moeten worden gehanteerd, omdat de mogelijkheid bestaat, dat de afwijkingen in de liquor aan veranderingen onderhevig kunnen zijn, waarvoor andere oorzaken aansprakelijk kunnen worden gesteld.
In ons Leidse materiaal werd in 21 gevallen meer dan eenmaal een lumbale punctie verricht. Deze hadden op verschillende tijdsafstanden van de canalografie plaats. In 13 gevallen was één der liquoronderzoekingen vóór de canalografie geschied en de andere 2 tot 25 dagen erna. Bij de overige 8 gevallen werd de eerste van de twee lumbale puncties op de 1ste tot de 21ste dag na de canalografie verricht, en de tweede in de periode van de 9de tot de 76ste dag.
In deze groep is het derhalve mogelijk geweest de uitslag van een controle-onderzoek te vergelijken met de bevindingen in de eerste weken na de canalografie. Nimmer werd een uitslag van liquoronderzoek hierbij betrokken, dat langer dan enige weken vóór de canalografie had plaatsgevonden. Deze periode varieerde — met één uitzondering van 24 dagen — tussen 2 en 14 dagen. Ten aanzien van de uitslagen van latere liquoronderzoekingen, moet worden medegedeeld, dat de patiënten intussen nimmer aan enige andere ingreep waren onderworpen. De patiënten, waarbij bijvoorbeeld completerend een myelografie met lucht of Ethiodan werd verricht, voordat het tweede liquoronderzoek plaatsvond, zijn niet in deze reeks opgenomen.

Zoals bij deze en andere gevallen bleek, werd zelfs nog geruime tijd na het inbrengen van lucht, resp. Ethiodan een veranderde liquorsamenstelling vastgesteld. Bij proefdieren stelden COLKET en RUSSELL (1960) nog weken na myelografie met Pantopaque eiwitverhoging en celvermeerdering in de liquor vast. Bij katten, waar 2,1 ml van deze contraststof was ingespoten, werd na ruim 5 weken een waarde van 74 mg% eiwit bepaald.

TABEL II. *Bevindingen in de lumbale liquor voor en na canalografie*

Patiënt	voor canalografie				na canalografie			
	dag	totaal eiwitgehalte	cellen	bijzonderheden	dag	totaal eiwitgehalte	cellen	bijzonderheden
C. V. i. d. W.	6de	22 mgr %	2/3	——	2de	24 mgr %	2/3	——
C. v. d. H.	11de	34 mgr %	6/3	——	2de	43 mgr %	9/3	——
B. v. d. G.	10de	22 mgr %	7/3	——	5de	29 mgr %	8/3	——
G. M. v. d. P.	9de	26 mgr %	10/3	——	5de	43 mgr %	23/3	——
M. L. v. d. G.	17de	24 mgr %	11/3	——	10de	67 mgr %	30/3	bloed bijmenging
W. K.	14de	41 mgr %	18/3	——	11de	29 mgr %	22/3	——
G. d. H.	24ste	29 mgr %	14/3	——	11de	48 mgr %	15/3	bloed bijmenging
A. L. B.	2de	24 mgr %	2/3	——	12de	29 mgr %	8/3	——
D. K.	3de	34 mgr %	13/3	——	13de	48 mgr %	6/3	——
A. R.	9de	38 mgr %	12/3	——	16de	24 mgr %	8/3	——
J. v. D.	7de	43 mgr %	9/3	——	17de	38 mgr %	7/3	——
W. F. W.	10de	24 mgr %	7/3	——	22ste	36 mgr %	9/3	——
A. K.	3de	70 mgr %	20/3	——	25ste	43 mgr %	3/3	——

Onze waarnemingen zijn in twee tabellen samengevoegd. In tabel II zijn de bevindingen in de lumbale liquor voor de canalografie vergeleken met die erna. De volgorde in deze tabel wordt bepaald door het tijdstip van de tweede punctie met betrekking tot het aantal dagen na de canalografie. Dit aantal varieert van 2 tot 25 dagen, zoals dit in de zesde kolom is aangegeven.

In tabel III worden van elke patiënt twee bepalingen weergegeven, waarvan de eerste 1—21 dagen na de canalografie heeft plaatsgevonden. De tweede punctie is op een later tijdstip verricht, variërend van 9 tot 76 dagen na de canalografie. De volgorde in deze tabel wordt bepaald door het aantal dagen, dat tussen de canalografie en het eerste liquoronderzoek is verstreken.

Bij deze 21 patiënten zijn vier bepalingen door bloedbijmenging niet vergelijkbaar met een voorgaand resp. later onderzoek. In al deze vier gevallen (M.L.v.d.G., G.d.H., C.M.R. en A.G.v.R.) heeft het steeds de liquor betroffen, die enige tijd na de canalografie werd verkregen, (nl. 4, 10, 11 en 21 dagen). In elk geval is dit aantal duidelijk geringer dan door GÖLLNITZ wordt opgegeven.

Beziet men tabel II, onder uitsluiting van de twee gevallen, waarin sanguinolente liquor is gepuncteerd, dan blijkt de liquor, verkregen voor dat canalografisch onderzoek plaatsvond, een eiwitgehalte te bezitten, dat tussen 22 en 43 mg % schommelt, met uitzondering van het geval AK, waar het 70 mg % bedraagt. Het celgehalte varieert van 2/3 tot 20/3.

Volgens de classificatie van MERRITT en FREMONT SMITH (1937), die tot op heden gangbaar is gebleven, kunnen deze waarden als normaal worden beschouwd met uitzondering van het eiwitgehalte in het geval AK, dat als licht vermeerderd moet worden gewaardeerd.

De lumbale punctie werd enige tijd na de canalografie, wisselend van de 2de tot de 25ste dag, verricht. Als gevolg van technische tekortkomingen kunnen altijd kleine waardeverschillen tot stand komen, zodat hieraan geen conclusies kunnen worden verbonden, temeer daar de uitgangswaarden overwegend binnen de normale grenzen vallen.

Indien we ons beperken tot verschillen van minstens 10 mg % eiwit en 10/3 cellen, dan kan in drie gevallen (G.M.v.d.P., D.K. en W.F.W.) een eiwitvermeerdering van enige betekenis worden vastgesteld (resp 17, 14 en 12 mg %). Slechts in één dezer drie gevallen (G.M.v.d.P.) is tevens een overeenkomstige celvermeerdering waargenomen. Alleen in het laatstgenoemde geval vond de punctie binnen één week na de canalografie plaats; in de andere bedroeg het tijdsinterval 13 resp. 22 dagen.

Hier kan tegenover worden gesteld, dat in eveneens drie vergelijkbare gevallen (W.K., A.R. en A.K.) bij het tweede liquoronderzoek een ver-

TABEL III. *Bevindingen in de lumbale liquor op verschillende tijdstippen na canalografie*

Patiënt	eerste punctie				tweede punctie			
	dag	totaal eiwitgehalte	cellen	bijzonderheden	dag	totaal eiwitgehalte	cellen	bijzonderheden
J. B.	1ste	48 mgr %	15/3	——	9de	26 mgr %	19/3	——
M. E. d. W.	2de	46 mgr %	6/3	——	30ste	24 mgr %	9/3	——
V.	2de	26 mgr %	9/3	——	29ste	22 mgr %	3/3	——
Th. R. D.	2de	46 mgr %	15/3	——	30ste	24 mgr %	—	——
J. v. D. D. .	2de	48 mgr %	552/3	——	43ste	26 mgr %	4/3	——
A. H. v. d. M.	3de	31 mgr %	10/3	——	25ste	24 mgr %	9/3	——
C. M. R.	4de	50 mgr %	bloed bijmenging		12de	34 mgr %	21/3	——
A. G. v. R.	21ste	77 mgr %	80/3	bloed bijmenging	76ste	48 mgr %	—	——

laging van het eiwitgehalte van meer dan 10 mg % werd vastgesteld (resp. 12, 14 en 27 mg %). In het laatste geval werd bovendien een vermindering van het celgehalte van meer dan 10/3 gezien.
De bevindingen in deze groep pleiten derhalve niet duidelijk voor liquorveranderingen, in de zin van een eiwit- en celvermeerderende invloed als gevolg van de peridurale inspuiting met de gebruikte contrastmiddelen. Indien we op dezelfde wijze voor de gevallen in tabel III nagaan of er in de liquor, die 1 tot 21 dagen na de canalografie is verkregen, eiwit- en celvermeerdering van enig belang is opgetreden in vergelijking met bepalingen op een later tijdstip, (9de tot 76ste dag) dan vallen hieronder 4 gevallen op, waar een evident hoger eiwitgehalte in aansluiting aan de canalografie is vastgesteld (meer dan 20 mgr %). In deze gevallen (J. B., M. E. d. W., Th. R. D. en J. v. D. D.) vond de eerste punctie binnen twee dagen na de peridurale inspuiting plaats. Slechts in één dezer gevallen (J. v. D. D.) werd een opvallende pleocytose van 552/3 waargenomen; in de andere werd geen celvermeerdering van enige betekenis aangetroffen. Overigens heeft de patiënte J. v. D. D. klinisch geen enkele opmerkelijke reactie op de canalografie getoond. Hoogstens kan een lichte temperatuursverhoging tot 38 °C worden genoemd. Maar ook dit verschijnsel dient met voorzichtigheid te worden geinterpreteerd; na een canalografisch onderzoek wordt veelvuldig een lichte temperatuursverhoging waargenomen, waarbij waarden van 38 °C zeker niet tot de uitzonderingen mogen worden gerekend. Als hoogste waarde werd in een geval 38,9° gezien; de daarop volgende dag bedroeg de temperatuur niet hoger dan 37,8° en hierna keerde deze tot de norm van rond de 37° terug. Het was opmerkelijk, dat deze patiënt ook op een lumbale punctie met een lichte temperatuursverhoging reageerde. Het liquoronderzoek, dat in dit geval op de vijfde dag na de canalografie plaatsvond, toonde geen veranderingen van betekenis in vergelijking met de bepaling, die vóór het röntgenonderzoek was geschied.
In deze groep ligt de frequentie van liquorveranderingen hoger, dan in die van tabel II, waar het aantal patiënten, dat één of twee dagen na de canalografie hierop is onderzocht, minder dan de helft bedraagt. Hoewel in twee gevallen geen veranderingen van betekenis zijn geconstateerd, lijkt het op grond van de andere bevindingen gewettigd om rekening te houden met de mogelijkheid van lichte liquorveranderingen vooral ten aanzien van het eiwitgehalte en wel gedurende de eerste dagen na de canalografie. Een matig sterke pleocytose als in geval J. v. D. D. is slechts eenmaal in ons materiaal vastgesteld en doet uitzonderlijk aan. In het algemeen kan worden gezegd, dat celvermeerdering minder op de voorgrond staat dan verhoging van het eiwitgehalte. Ernstig zijn deze veranderingen echter in geen onzer gevallen geweest.

Zoals hiervoor reeds werd vermeld, is voor het canalografisch onderzoek aanvankelijk het Diodon en later het Urografin gebruikt. Om deze reden werd nog nagegaan of de liquorveranderingen bij voorkeur door de inspuiting van één dezer beide contraststoffen werden veroorzaakt. Deze voorkeur kon niet worden aangetoond.

IX. COMPLICATIES

Verscheidene auteurs hebben in aansluiting aan een peridurale inspuiting met contrastmiddelen complicaties zien optreden, die steeds door een vrijwel gelijksoortig beeld worden gekarakteriseerd (KNUTSSON, 1942; DÜTTMANN, 1950; PENZHOLZ, 1951; JUNGE, 1952; STENZEL, 1953).
De complicatie wordt gewoonlijk beschreven als pijn, die meestal pas optreedt nadat het röntgenologische onderzoek geëindigd is. Gewoonlijk verstrijken eerst drie kwartier tot enkele uren na de peridurale inspuiting. Deze pijnen kunnen meer of minder heftig zijn en worden gewoonlijk als radiculaire prikkeling opgevat. Indien de klachten zich hiertoe beperken, zijn de patiënten na 24 uur en meestal eerder weer geheel hersteld. In een kleiner aantal gevallen treden de pijnen samen met krampen op, die gewoonlijk tot de romp en benen beperkt blijven en zeer heftig kunnen zijn. De patiënten kunnen hierdoor in een shockachtige toestand geraken. De pols is hierbij dan klein en zeer frequent en de bloeddruk heeft lage waarden. De krampen uiten zich in spierschokken, die flitsenderwijze, veelal als strekspasmen van de been- en rugspieren optreden. Ook de buikspieren kunnen hierbij zijn betrokken. Deze spierkrampen kunnen zo heftig zijn, dat hierdoor zelfs fracturen optreden. Zo zijn enkele gevallen bekend van wervelfracturen (STENZEL, 1953; KRUMP en ALBRECHT, 1956) en van dijbeenhalsbreuken (JUNGE, 1952).

KARLÉN (1942) beschrijft een geval, waarin drie kwartier na de canalografie met 20 ml 35 %-ige Perabrodil heftige krampen optraden; ongeveer vijf uur na de inspuiting verloor de patiënt het bewustzijn; in de loop van de volgende dag trad gedeeltelijke verlamming van de blaas en van de beide benen op, met behoud van de peesreflexen en zonder dat met zekerheid pathologische reflexen konden worden vastgesteld. Gedurende de daaropvolgende dag trad verbetering in: de krampen waren verdwenen, de kracht der benen toonde neiging tot herstel en het bewustzijn werd helderder. In de avond van deze dag succombeerde de patiënt toch nog onverwacht.
De auteur meende de doodsoorzaak te moeten toeschrijven aan vetembolieen.

In het algemeen is de beschrijving van het convulsieve beeld in de litteratuur vrijwel gelijkluidend. De frequentie van de complicatie wordt echter zeer verschillend opgegeven met een maximum van 6 % (STENZEL, 1953). Het is hierbij echter wel de vraag of hiermede steeds de ernstige pijnlijke kramptoestanden zijn bedoeld.

Ook in ons materiaal zijn een aantal gevallen te vermelden, waarin na een zelfde interval van 3 kwartier tot 2 uur pijnen al of niet met krampen zijn opgetreden. In het geheel betreft het negen gevallen; dit is derhalve in een kleine 2 % van het gehele materiaal. De complicerende klachten en verschijnselen zijn zowel na het inspuiten van dijood- als van trijoodverbindingen opgetreden. In drie gevallen hiervan zijn de klachten tot pijn in de benen beperkt gebleven. In een ander geval hebben zich pijnen met krampscheuten beperkt tot het been, waarin tevoren reeds ischialgische klachten bestonden. Overigens is in dit geval de complicatie slechts van geringe aard en korte duur geweest. De betrokken patiënte kenmerkte zich door een infantiel hysterische persoonlijkheidsstructuur en bracht haar klachten – ook vóór deze verwikkeling — op een overdreven en weinig betrouwbare wijze tot uitdrukking.

In de vijf overige gevallen traden de pijnen tezamen met duidelijke krampen op onder het beeld, zoals dit hierboven reeds werd geschetst; dit getal bedraagt dus iets meer dan 1 % van het gehele materiaal. Geen enkel geval had een letale afloop. Fracturen werden niet vastgesteld. Ter illustratie volgt nu de beschrijving van één dezer gevallen:

M.B., reg.no 1635/55, man, 54 jaar oud.

De patiënt lijdt aan een heftige rechtszijdige ischias veroorzaakt, zoals naderhand bij operatie is gebleken, door een prolaps van de lumbosacrale tussenwervelschijf.

Op 12-10-55 wordt na een praemedicatie van 150 mgr Pacatal en 100 mgr Luminal om 16.30 uur op de gebruikelijke wijze en zonder moeilijkheden een canalografie verricht. Na epidurale injectie van 10 ml 1 % novocaine wordt een 35 %-ige oplossing van Pyelombrine ingespoten. Opmerkelijk is alleen dat de hoeveelheid dezer contraststof hoger ligt dan gebruikelijk is (40 ml). Bij de epidurale inspuiting wordt een normale weerstand ondervonden en de patiënt geeft hierbij pijn aan, doch deze is niet opmerkelijk heftig en eerder minder dan gewoonlijk het geval is. Om 18 uur — dus anderhalf uur later — treden heftige pijnaanvallen in de benen op met schokkende krampen in de spieren, die met tussenpozen van 5-10 minuten plaatsvinden. De benen komen hierbij in een strekkramp, welke aan de rechter zijde lijkt te overheersen. Deze krampen nemen in hevigheid toe en de tussenpozen worden steeds korter. De patiënt wordt door de krampaanvallen in opisthotonus gebracht en de rug trekt hierbij hol. De buikwand is gespannen en ingetrokken. Ook de pijnen worden heftiger; de patiënt beschrijft hoe deze pijn in de nek komt opzetten en dan „in golven" door het gehele lichaam tot aan zijn voeten doortrekt. Uitwendige prikkels — zoals bij de lumbale punctie blijkt — zijn in staat de pijn- en krampaanvallen te provoceren.

De patiënt is angstig en transpireert hevig. Zijn gelaatskleur is bleek en de neus voelt koud aan. De pols is zeer frequent en draadvormig. De bloeddruk bedraagt 90/65.

Tijdens de lumbale punctie op verschillende niveaux blijkt de liquordruk zeer laag te zijn: het lumbale vocht druppelt slechts zeer traag uit de naald.

Om 19 uur wordt 100 mgr Pethidine toegediend. Dit veroorzaakt hoogstens een lichte verbetering in het dramatische beeld. Aangezien het therapeutische effect echter gering blijft, wordt drie kwartier later een intraveneus infuus met physiolo-

gische zoutsolutie gegeven, waaraan Pentothal is toegevoegd. Hierop treedt een aanzienlijke verbetering in. De krampen houden op, de pols wordt krachtiger, de bloeddruk komt op een hoger niveau te liggen en de patiënt — die in lichte narcose is geraakt — krijgt een betere kleur.
Door het infuus op zijn inloopsnelheid te regelen, is het steeds mogelijk de patiënt juist zoveel Pentothal toe te dienen, dat de krampen net niet optreden. Tegen de ochtend van de volgende dag kan het infuus worden verwijderd. In de loop van deze morgen is nog eenmaal 100 mgr Pethidine gegeven.
Hierna vindt een verder vlot herstel plaats. Neurologische uitvalsverschijnselen, behalve die reeds tevoren aanwezig waren, kunnen niet worden vastgesteld.

Dit voorbeeld kan aan de hand van enkele andere gevallen nog verder worden gecompleteerd. Steeds staan hierbij — optredend na een vrij interval van 3/4 tot 2 uur — aanvallen van pijn en strekkrampen op de voorgrond, gepaard met een op shock gelijkend beeld. Hieraan kan worden toegevoegd, dat de temperatuur gewoonlijk tot omstreeks 38,5 °C stijgt. Gedurende de volgende dag(en) zakt deze weer tot normaal niveau. In een enkel geval kon worden vastgesteld, dat reeds enkele uren na het begin der krampen een leucocytose in het bloed optrad met een duidelijke linksverschuiving, terwijl het bloedbeeld tevoren geen bijzonderheden had getoond. Na enkele dagen werden weer vrijwel normale waarden gevonden.
Alhoewel deze complicerende klachten en verschijnselen slechts in een lage frequentie voorkomen en bij tijdige en doeltreffende behandeling geen ernstige gevolgen hebben, dringt zich de vraag op, hoe het beeld moet worden verklaard en voorts hoe deze complicatie vermeden kan worden.
Ten aanzien van het eerstgenoemde punt dient de ervaring van JOHANNSEN (1943) te worden vermeld. Deze auteur heeft de gevolgen van een vergissing beschreven, toen voor een intradurale myelografie volgens de methode van ARNELL en LINDSTRÖM in plaats van Abrodil, een oplossing van Perabrodil in de lumbale liquorruimte werd ingespoten.
Een klein uur na deze injectie traden heftige pijnen en strekkrampen op, die zich over het gehele lichaam uitbreidden. Deze ernstige toestand ging tenslotte met zeer hoge koorts gepaard en had een letale afloop.
Een zelfde soort ervaring hebben wij gehad als complicatie bij een percutane vertebralisarteriografie in de hals, verricht wegens een cerebellaire tumor, welke naderhand één der intracraniële metastasen bleek te zijn van een bronchiaalcarcinoom. Volgens de gebruikelijke methode werd de arteria vertebralis gepuncteerd; nadat de eerste hoeveelheid Urografin was ingespoten, bleek er uit de naald geen bloed doch liquor af te lopen. Blijkbaar was tijdens het inspuiten de punt van de naald door de arterie heen geschoven en in een cervicale wortelzakje terecht gekomen. De klachten en verschijnselen toonden een sterke gelijkenis met die van de bovenbeschreven complicatie van de *extra*durale in-

spuiting met het Perabrodil of overeenkomstige contraststoffen. De krampen traden in dit geval echter na een aanzienlijk kortere latente periode van ongeveer tien minuten op.
HOPPE (1959) heeft een onderzoek verricht naar de toxiciteit van verscheidene jodiumhoudende contrastmiddelen, nl van Iodopyracet (Perabrodil, Diodrast, etc.), Na-Iodomethamate (Neo-Iopax, Uroselectan B, etc), Na-Acetrizoate (Urokon, Triabrodil, etc) en Na-Diatrizoate (Hypaque, Urografin, etc.). Door middel van intraveneuze injectie is de LD_{50} bij ratten, konijnen, katten en honden bepaald. (Onder LD_{50} wordt de letale dosis voor de helft van een groep gelijksoortige dieren verstaan, die aan hetzelfde pharmacotoxische experiment zijn onderworpen geweest). De praemortale verschijnselen bestaan uit convulsies en massieve bloedingen in het longweefsel. De convulsies uiten zich aanvankelijk als spierschokken en culmineren in clonische krampen.
In tegenstelling tot de betrekkelijk hoge waarde van de LD_{50} bij intraveneuze injectie, blijkt een aanzienlijk geringe hoeveelheid van dezelfde contraststof nodig te zijn om na intracisternale injectie allerheftigst toxische verschijnselen te veroorzaken. Zo bedraagt voor konijnen de LD_{50} van het Iodopyracet intraveneus toegediend $\pm$ 4700 mg/kg en intracisternaal gespoten slechts $\pm$ 13 mg/kg. Voor de andere onderzochte contrastmiddelen ligt deze laatste waarde nog lager.
Ook na de intracisternale injectie worden als praemortale verschijnselen allerheftigste convulsies waargenomen. Longbloeding blijkt nu echter niet op te treden. De krampen treden enkele minuten tot een half uur na de intracisternale inspuiting op.

Het ligt na het bovenstaande wel voor de hand, de door krampen gekenmerkte complicatie bij het canalografische onderzoek toe te schrijven aan het in de liquorruimte binnendringen van een deel der periduraal gespoten contraststof. Het lijkt wel waarschijnlijk, dat de krampen verklaard moeten worden door de inwerking van de ingespoten contraststof of haar afbraakproducten op het ruggemerg en/of zijn wortels. Zeker blijven hierbij een aantal vragen onbeantwoord, namelijk waar precies het aangrijpingspunt is gelegen en ten tweede, waarom zelfs bij regelrechte inspuiting dezer contraststoffen in de lumbale liquorruimte minstens drie kwartier verstrijkt, voordat de pijnen en krampen optreden. Uiteraard ligt het voor de hand om te veronderstellen, dat het enige tijd zal duren, voordat de contraststof in voldoende mate tot de laag medullaire niveaux is gediffundeerd. Hiertegen kan echter worden aangevoerd, dat de resorptie, beoordeeld aan de contrastwerking op de röntgenfoto's, vrij snel plaats vindt. Een half uur na de peridurale inspuiting wordt intrathecaal vrijwel geen contraststof meer waargenomen,

terwijl het dan in de nierbekkens en de blaas wordt teruggevonden. Hetzelfde geldt voor de waterige oplossingen van monojoodverbindingen, die voor myelografisch onderzoek in de liquorruimte wordt geinjiceerd. Hoewel het tegen de heersende opvattingen ingaat, dient de mogelijkheid onder ogen te worden gezien, dat de prikkelende werking uitgaat van één of meer splitsingsproducten der di- of trijoodverbindingen, waarbij de jodiumhoudende fracties snel worden geresorbeerd en via de nieren het lichaam verlaten.

Hoewel anaphylactische reacties op deze waterige oplossingen van jodiumhoudende contrastmiddelen in de litteratuur zijn beschreven, is het minder waarschijnlijk de pijnlijke krampen hieraan te wijten. Afgezien van het feit, dat onze patiënten door voorafgaande intracutane en intraveneuze inspuitingen van kleine doses op overgevoeligheid zijn getest, treedt de anaphylactische reactie vrijwel in directe aansluiting aan de inspuiting op, terwijl krampen hierbij niet worden beschreven. (MEYLER, 1954).

Vervolgens kan men zich afvragen of de complicatie moet worden geweten aan het contrastmiddel of eerder aan het veelal eveneens ingespoten anaestheticum. Zo beschrijft BROMAGE (1954) twee gevallen, waarin onmiddellijk na het geven van een peridurale anaesthesie convulsies zijn opgetreden, die in hun beschrijving grote gelijkenis hebben met de bovengenoemde krampen. In tegenstelling tot andere auteurs (o.a. GROENENDIJK, 1954) is BROMAGE van mening, dat het anaestheticum niet in de liquorruimte is gespoten. Als bezwaar tegen deze onderstelling geldt hier weer, dat de convulsieve verschijnselen enige tijd na het inspuiten zijn opgetreden. Bovendien moet worden opgemerkt, dat de pijnlijke krampen eveneens in een geval (A.S.) zijn opgetreden, waar slechts contraststof werd ingespoten zonder hieraan novocaïne te hebben toegevoegd. Nadere beschouwing van al deze feiten maakt het toch wel het meest waarschijnlijk de convulsieve complicatie na een canalografie in samenhang te zien met de omstandigheid, dat contraststof — geheel of gedeeltelijk — in de liquorruimte is binnengedrongen. Indien de contrastoplossing gedeeltelijk peri- en gedeeltelijk intraduraal is gelegen, is de intradurale verbreiding op het röntgenbeeld moeilijk met zekerheid vast te stellen. Anders ligt deze zaak, wanneer de contraststof geheel intraduraal is gespoten. Men ziet dan een beeld dat overeenstemt met de Abrodilmyelografie. In onze reeks is slechts eenmaal met zekerheid vastgesteld, dat de contraststof zich in de liquorruimte had verbreid. Om een nadere oriëntatie omtrent de bovenstaande problemen te verkrijgen, is bij 14 katten contraststof resp. fracties hiervan in de liquorruimte ingespoten. Hoewel dit onderzoek nog in gang en het proefdiermateriaal te gering is, om reeds met enige zekerheid gevolgtrekkingen

te maken, verkrijgt men toch wel een bepaalde indruk van de reacties, die op het inspuiten dezer stoffen volgen. Het hierna volgende moge deze indrukken met het karakter van een voorlopige mededeling weergeven.

De katten, die 2½ tot 3½ kg wogen, werden door middel van aether in narcose gebracht. De kop werd in een Horsley-Clark apparaat gefixeerd. Wanneer de dieren uit de narcose bijkwamen werd de liquorruimte gepuncteerd. Dit vond plaats door suboccipitale punctie of — nadat een kleine laag lumbale incisie was gemaakt — door lumbale punctie. Wanneer het afdruppelen van liquor een geslaagde punctie aantoonde, werd de betrokken vloeistof langzaam ingespoten. Hierna werd de kat uit het fixerende apparaat bevrijd en de verdere reacties afgewacht.

Wanneer 60 %-ige Urografin wordt ingespoten, dan kan men na enige tijd allerheftigste krampen zien optreden, die op den duur tot de dood voeren. Gewoonlijk worden de krampen voorafgegaan door een phase van irritatie, gedurende welke de kat reeds op lichte aanrakingen agressief reageert en bruuske, ongeremde bewegingen maakt. Na inspuiting van 0,1 ml Urografin is niet meer dan deze reactie waargenomen. Wordt 0,2 ml of meer ingebracht, dan treden wel krampen op. Het tijdsverloop tussen de injectie en het optreden der krampen lijkt met de ingespoten hoeveelheid samen te hangen en wel in dien zin, dat deze verschijnselen met 0,2 ml pas na ongeveer 15 minuten en met 0,3 ml reeds na twee tot drie minuten optreden.
Een belangwekkend verschil is aangetroffen tussen de cisternale en de lumbale injectie. Na inspuiting in de suboccipitale liquorruimte zag men de krampen, in het begin van de convulsieve phase, vooral in de nek en de voorpoten optreden; omgekeerd werden de krampen na lumbale injectie aanvankelijk alleen in de achterpoten, de staart en het onderlijf waargenomen. De dosis, zowel als de plaats van injectie lijken derhalve voor het optreden der krampen van groot belang te zijn.
Zoals hierboven reeds is vermeld, hebben de krampen de dood tengevolge. Twee katten zijn tijdens de krampphase intraperitoneaal met Nembutal ingespoten (240 en 120 mgr). In beide gevallen is de kramptoestand snel doorbroken en herstelden de proefdieren zich ogenschijnlijk geheel.

Bij een aantal andere katten is in verschillende dosering methylglucamine (146,25 mg/ml) ingespoten (door de firma DAGRA N.V. welwellend ter beschikking gesteld). Deze stof wordt in de pharmaceutische industrie bij de bereiding van de waterige oplossing der hier gebruikte contraststoffen benut. De toxiciteit hiervan is zeer laag. Intraveneus toegediend bij muizen blijkt de toxische dosis volgens de BIOS-rapporten slechts ca 4000 mg/kg lichaamsgewicht te bedragen.
Na cisternale injecties hebben we geen krampen zien optreden. Wel werden regelmatig paretische of paralytische verschijnselen van de achterpoten en ademstilstand waargenomen.

Slechts bij doseringen van 0,3 ml of minder was de ademstilstand tijdelijk en kon het dier door — soms langdurige — kunstmatige ademhaling in het leven worden gehouden. Als regel werd nadat de kat gestorven was, obductie van het halsmerg en het aangrenzende gebied van de medulla oblongata verricht. In geen dezer gevallen van apnoe werd een beschadiging, als mogelijk gevolg van de suboccipitale punctie, waargenomen. In hoeverre door deze stof toch een pharmacotoxische werking wordt ontplooid ofwel dat andere factoren een rol spelen is niet opgelost. In elk geval kan hieraan wel worden toegevoegd, dat inspuiting met een grotere hoeveelheid (0,5 ml) physiologische zoutoplossing geen enkel merkbaar effect heeft gehad.

Men dient zich in elk geval af te vragen, hoe bij de canalografie een intradurale contrastinspuiting tot stand kan komen en hoe dit eventueel vermeden kan worden.
Het behoeft geen nader betoog, dat de methode om de peridurale inspuiting tussen twee wervelbogen te doen plaatsvinden in dit opzicht grotere gevaren met zich medebrengt dan de injectie via de hiatus sacralis. JUNGE (1952) heeft — door eigen ervaring geleerd — hierop met klem gewezen. Bovendien wordt door de laatstgenoemde wijze van inspuiting een meer betrouwbaar beeld verkregen van het lumbosacrale overgangsgebied. Het vraagstuk, hoe de genoemde complicaties bij de injectie via de hiatus sacralis tot stand kunnen komen, verdient in elk geval nadere toelichting. In de eerste plaats is het mogelijk, dat de durale zak laag reikt en aldus gemakkelijker door de in de canalis sacralis opgeschoven naald wordt aangeprikt, dan gewoonlijk het geval is.
Door KARLÉN (1942) is in 86 gevallen door middel van Lipiodolmyelografie de caudale eindiging van de durale zak bepaald. Zijn uitkomsten zijn als volgt:

in het gebied van S I	: 10
bij de overgang S I - S II	: 13
in het gebied van S II	: 48
bij de overgang S II - S III	: 10
in het gebied van S III	: 4
bij de overgang S III - S IV	: 1

Hieruit kan worden geconcludeerd, dat het raadzaam is de punt van de naald niet hoger te laten reiken dan het grensniveau tussen de derde en de vierde sacrale geleding. In een deel der beschreven gevallen is het waarschijnlijk, dat dit grensniveau is overschreven.
In de negen gevallen van ons materiaal is de positie van de naaldpunt in vijf hiervan bepaald kunnen worden. Driemaal bleek de grens tussen S III - S IV te zijn overschreden; de punt van de naald bevond zich steeds in het middengebied van de derde sacrale geleding.
Bij de andere patiënten is het grensniveau tussen S III en S IV echter niet overschreden. Ook in de litteratuur kan slechts een deel der gevallen

met een te hoog ingevoerde naald in verband worden gebracht. Hiervoor moet derhalve een andere verklaring worden gezocht.
PENZHOLZ (1951) noemt als mogelijkheid het aanprikken van de zenuwschede van een der sacrale wortels. KARLÉN (1942) plaatst deze onderstelling echter op de achtergrond aangezien hij in een dergelijke omstandigheid verwacht, dat irradiërende pijn in het betrokken innervatiegebied zal worden aangegeven, hetgeen door geen der auteurs is vermeld. In aansluiting hieraan moet er op worden gewezen, dat er in de litteratuur geen aandacht is besteed aan een afwijking van de sacrale wortels, die tamelijk frequent voorkomt, nl. de perineurale cyste. Hoewel in ons materiaal voor geen geval een relatie tussen deze afwijking en het binnendringen van het contrastmateriaal in de liquorruimte bewezen is, blijft deze mogelijkheid als verklaring der complicerende verschijnselen zeker aanwezig.
De perineurale wortelcysten bevinden zich in het overgangsgebied tussen de achterwortel en het spinale ganglion. TARLOV (1938, 1952) en REXED (1947) hebben deze afwijking bij een groot aantal routine secties in ruim 10 % waargenomen!
Sinds de eerste mededeling van MARBURG (1902) zijn pas na de publicatie van TARLOV in 1938 in de klinische litteratuur vele artikelen over dit onderwerp verschenen, (REXED, 1947; SCHREIBER cs., 1951; TAHERI cs., 1952; MEREI, 1953; SEAMAN cs., 1956; STRULLY, 1956; ABBOTT cs., 1957; WIEDENMANN, 1958; HANRAETS, 1959 en PADBERG, 1959). Bij de bestudering van dit onderwerp valt het op, dat de cysten vrijwel steeds blijken uit te gaan van de eerste drie paar sacrale wortels.
In hoofdstuk XIII h zal op deze afwijking nog nader worden ingegaan. Op deze plaats dient echter de nadruk te worden gelegd op het feit, dat de cysten bij de myelografie veelvuldig worden ontdekt, doordat de intradurale contraststof deze kan vullen. In de publicatie van PADBERG (1959) vindt men een aantal duidelijke illustraties hiervan. De inhoud der cysten communiceert in deze gevallen met de spinale liquorruimte. In omgekeerde zin is het derhalve maar al te goed denkbaar, dat bij het inbrengen van de naald in de canalis sacralis deze cysten kunnen worden aangeprikt, zodat op deze wijze de contraststof in de liquorruimte kan terechtkomen. Zoals reeds werd vermeld is in ons materiaal niet gebleken, dat op deze wijze complicaties zijn opgetreden. Toch blijft deze mogelijkheid nog steeds open staan, aangezien de perineurale wortelcysten zeer wisselend van grootte en dus ook zo klein kunnen zijn, dat ze zich op het canalogram niet opvallend aftekenen. Zoals in het hierna volgende nog zal blijken, worden de cysten, mits van voldoend grote afmeting, canalografisch duidelijk afgebeeld als karakteristieke uitsparingen in de sacrale contrastkolom. Eenmaal is een wortelcyste aan-

geprikt en met contraststof gevuld, zodat hierdoor een positief beeld ontstond. Gelukkig bleek in dit geval geen communicatie met de liquorruimte te bestaan en traden er geen pijnen en convulsieve verschijnselen op.

Op grond van hetgeen over de sacrale wortelcysten bekend is, zal uiteraard zoveel mogelijk vermeden moeten worden deze tijdens de canalografie aan te prikken. Met de frequentie dezer afwijking voor ogen, is het in verband met haar voorkeurslocalisatie in de laterale zone van het sacrale kanaal derhalve van grote betekenis, de naald zo zuiver mediaan mogelijk in te brengen. Ook in dit verband is het gewenst de naald niet hoog in het kanaal door te schuiven omdat hierdoor de kans een cyste aan te prikken groter wordt. De cysten gaan immers overwegend van de bovenste drie sacrale wortels uit, zodat hierdoor het grensgebied tussen de derde en vierde sacrale geleding als hoogste toelaatbaar punctieniveau nog een extra betekenis krijgt.

Als andere mogelijke oorzaak van het in de liquorruimte binnendringen van het contrastmateriaal, noemt KARLÉN (1942) het aanprikken van het filum durae matris. Volgens TARLOV (1938) zetten zich hierin alle ruggemergsvliezen voort alsmede de subarachnoidale ruimte. Bij een aantal cadavers spoot KARLÉN hierin 2 cm onder het caudale einde van de durale zak 10-20 ml van een methyleenblauwoplossing in. In enkele gevallen werd door hem inderdaad waargenomen, dat een deel van de kleurstof zich tot in de durale zak verbreidde.

KRUMP en ALBRECHT (1956) achten de mogelijkheid groot, dat een mediaal gelegen massale discusprolaps een perforerende laesie van de dura mater veroorzaakt, via welke de contraststof in de liquorruimte kan binnendringen. Zij menen een dergelijke durale beschadiging operatief in bijna 2 % van de lumbale discusprolapsen te hebben kunnen vaststellen.

Met deze laatstgenoemde bevinding stemt onze ervaring wel ongeveer overeen, doch deze beschadiging wordt eerst waargenomen, nadat de durale zak van de discusprolaps is vrijgepraepareerd. Wij hebben derhalve steeds gemeend ons op het standpunt te moeten plaatsen, dat de laesie het gevolg is van de exploratieve handeling.

Ten aanzien van de perforatie van de dura mater als gevolg van een mediaal gelegen massale discusprolaps kan worden vermeld, dat het hierdoor ontstane neurologische beeld van compressie van de cauda equina klinisch gewoonlijk zo duidelijk is, dat geen behoefte aan een canalografisch onderzoek bestaat. In ons materiaal is hiervoor eenmaal een uitzondering gemaakt, zonder dat complicerende verschijnselen volgden. Uit de talloze in de litteratuur geopperde mogelijkheden blijkt wel, dat — zeker voor een aantal gevallen — geen volledig bevredigende ver-

klaring is gevonden. PENZHOLZ (1951) tenslotte, noemt als theoretische mogelijkheid nog een pathologische doorlaatbaarheid van de durale membraan, zonder dat dit bij de obductie in het betrokken geval uit enige morfologische afwijking bleek.

Toch dient deze gedachte niet voetstoots te worden verworpen. Bij hun onderzoek over de invloed van organische zouten op oleaat-coacervaten stelden BOOY en BUNGENBERG DE JONG (1949) vast, dat door sommige hiervan een „verdichtende" werking, andere daarentegen een „openende" werking op de micellaire structuur uitoefenden. Ten aanzien van het Pyelombrine (Perabrodil) kon door BOOY (persoonlijke mededeling) een „openende" werking op dit coacervaat worden vastgesteld, zulks in tegenstelling tot het Abrodil, dat een „verdichtende" werking ontplooide. Door zijn „openende" invloed is het niet uitgesloten, dat het peridurale Pyelombrine in de liquorruimte zou kunnen penetreren. De mate, waarin dit eventueel plaats zal vinden, kan echter niet worden geschat.

Voorts dient de mogelijkheid van een transport naar de liquorruimte door de meningeale vaten niet uit het oog te worden verloren.
Nergens wordt in de litteratuur overigens verband gelegd met lumbale puncties, die tevoren hadden plaatsgevonden. Gewoonlijk wordt hierbij nauwelijks gerealiseerd, dat de punctieopening in de durale zak nog geruime tijd open kan blijven. In de nederlandse litteratuur heeft ZIEDSES DES PLANTES (1948) hierop met nadruk gewezen.
Uit eigen ervaring kan de bevinding bij een patiënt (T. G. W.-O. no 27790) worden medegedeeld, die wegens een prolaps van de lumbosacrale tussenwervelschijf werd geopereerd.

Na het klieven van het ligamentum flavum tussen de vijfde lumbale wervel en het sacrum en het zijwaarts omklappen van de beide helften ervan, viel het op, dat zich hier een ruime hoeveelheid helder vocht bevond, dat zich na te zijn weggezogen weer regelmatig aanvulde. Er werd bij nauwkeurige inspectie van de durale zak op dit niveau nergens een opening aangetroffen, waardoor het vocht — kennelijk spinale liquor — naar de peridurale ruimte afvloeide.
Voordat andere maatregelen plaatsvonden, werd hierna het ligamentum flavum tussen de beide onderste lumbale wervels op de zelfde wijze gekliefd en vervolgens de durale zak op dit niveau geinspecteerd. Na verwijdering van het peridurale vet, bleek, dat zich in de dura mater een kleine ronde opening bevond, waaruit liquor vloeide. Dit gaatje bevond zich zijdelings van de mediaanlijn volgens welke de klieving van het ligamentum flavum plaats had gevonden. De plaats ervan kwam overeen met de hoogte, waar 23 dagen tevoren een lumbale punctie had plaats gevonden.

Aan deze waarneming moet echter wel worden toegevoegd, dat een dergelijke bevinding van nalekken uit de durale punctieopening bij operatieve explorations als een grote uitzondering is vastgesteld. Met de mogelijkheid voor ogen, dat de punctieopening in de durale zak enige tijd blijft nalekken, is het zeer goed denkbaar, dat de met enige kracht periduraal ingespoten contrastoplossing voor een deel via een dergelijke

opening in de subarachnoidale ruimte terecht komt en aldus de complicerende verschijnselen tot stand brengt.
In ons materiaal van vijf gevallen, waarin zich heftige krampen ontwikkelden, hadden in drie hiervan lumbale puncties plaats gevonden. De tijdsduur tussen de lumbale punctie en de canalografie bedroeg 1, 2 en 11 dagen. Voor de eerste twee gevallen vooral kan ernstige critiek worden geoefend ten aanzien van het uitermate korte tijdsinterval.
Teneinde deze mogelijkheid als oorzaak van het complicerende convulsieve beeld uit te sluiten, dient een ruime periode tussen de tijdstippen van lumbale punctie en canalografisch onderzoek te worden gesteld van minstens twee en liefst drie weken. Veiliger is het echter de lumbale punctie uit te stellen tot de canalografie heeft plaats gevonden. Over de invloed van de peridurale contrastinspuiting op de samenstelling van de spinale liquor is in het voorgaande hoofdstuk gerapporteerd.
Tenslotte is een tabellarisch overzicht gegeven van de negen gevallen uit ons materiaal, waarin complicerende verschijnselen optraden. Deze gevallen zijn in twee groepen ondergebracht nl. de vier gevallen (I - IV), waarin alleen pijn is opgetreden, naast de vijf gevallen (V - IX), waarin het beeld door heftig pijnlijke krampen werd gekenmerkt (zie tabel IV). Om de mogelijke oorzaak aan te duiden, zijn een aantal kolommen ingelast, die betrekking hebben op het tijdstip van de lumbale punctie, het niveau tot waar de punt van de naald in de canalis sacralis reikte, alsmede de afstand, tussen de punt en de mediaanlijn. De laatste maten zijn rechtstreeks op de röntgenfoto's bepaald. De werkelijke waarden bedragen hiervan het 6/7; deze factor is verkregen door de afstanden van de röntgenbuis tot de film en het niveau van het sacrale kanaal in rekening te brengen.
In een drietal gevallen is het niet mogelijk geweest over de twee laatstgenoemde punten uitspraak te doen. In twee ervan (V en VI) heeft het onderzoek plaatsgevonden in de periode, toen nog geen controlefoto's van de ingebrachte naald werden gemaakt. In het derde geval (IX) zijn de controlefoto's verloren geraakt, toen het fotomateriaal elders ter inzage is gegeven. Als verdere bijzonderheid van deze patiënten kan worden vermeld, dat in vier gevallen (I, II, IV en IX) geen operatie is verricht. Eén hiervan (geval IX) was vroeger reeds tweemaal in de rug geopereerd ter hoogte van L III - IV en van L IV - V. In drie gevallen (V, VI en VII) werd operatief een discusprolaps gevonden en verwijderd. In geen dezer gevallen had de prolaps een opvallend grote afmeting of was er een vergroeiing met de durale zak of de wortel. Bij een patiënte (III) werd alleen een opvallend dik ligamentum flavum tussen de bogen van de vierde en vijfde lumbale wervel aangetroffen.

TABEL IV. *Overzicht van de gevallen, waarin na de canalografie complicaties zijn opgetreden.*

	No	Geval	gesl	leeftijd	lumbale punctie	punt van de naald	
						niveau	afwijking van de mediaanlijn
Pijn	I	J.H.A. 75/54	m	40 jr	na canalografie	S IV	3 mm
	II	L.P.J. 120/53	m	39 jr	geen	S IV	2 mm
	III	G.B. 675/55	vr	23 jr	na canalografie	S III	8 mm
	IV	G. d. H-H. 1245/55	vr	44 jr	geen	S II-III	vrijwel geen
Pijn en krampen	V	E.A.S.-S. 29118	vr	39 jr	11 dg. voor can.gr.	—	——
	VI	T.P.C. v. K.-v.L. 26952	vr	29 jr	2 dg. voor can.gr.	—	——
	VII	M.B. 1635/55	m	54 jr	1 dg. voor can.gr.	S III-IV	7 mm
	VIII	A.G. v. R. 344/55	m	46 jr	na canalografie	S III	vrijwel geen
	IX	A.S. 472/59	m	49 jr	na canalografie	—	——

In geval VII bleek een benige stenose van de boog van LV te bestaan, die de durale zak comprimeerde. Bovendien werd op hoger niveau nl. bij de twaalfde borstwervel een omschreven strengvormige verbinding gevonden, die in het mediane vlak gelegen het ruggemerg met de dorsale wand van de durale zak verbond.

Deze afwijking werd door middel van Ethiodanmyelografie aangetoond. Het beeld ervan herinnerde in sterke mate aan dat van de diastematomyelie.

Al deze operatief vastgestelde afwijkingen verschaffen op zichzelf geen duidelijke aanknopingspunten voor het ontstaan der complicerende verschijnselen na de canalografie.
Wanneer de gegevens in tabel IV kritisch worden bezien, dan is het te betreuren, dat van de gevallen V, VI, en IX geen foto's ter beschikking staan, waarop de punt van de ingebrachte naald op haar localisatie kan worden beoordeeld. Voor geval V en VI geldt dit in het bijzonder in verband met de mogelijk geachte samenhang tussen de complicatie en de kort hiervoor verrichte lumbale punctie. In geval VII kan men evenveel waarde hechten aan de belangrijke deviatie van de naald ten opzichte van de mediaanlijn. Toch is het aantal kort tevoren gepuncteerde patiënten in de groep der heftige convulsieve complicaties zo groot, dat we ons niet aan de gedachte kunnen onttrekken hieraan een belangrijke waarde te hechten.
In twee gevallen (IV en VIII) lijkt een samenhang met de te hoog opgeschoven naald zeer goed mogelijk. Geval III daarentegen laat tevens de mogelijkheid open, dat een verband met de deviatie van de naald uit de mediaanlijn bestaat.
Voor de gevallen I, II en IX tenslotte kan geen verklaring worden geopperd, hetgeen voor geval IX mogelijk te wijten is aan het ontbreken van controlefoto's. Op de techniek in de eerste twee gevallen echter, die geen van beide het ernstige convulsieve beeld hebben getoond, kan zonder meer geen aanmerking worden gemaakt.
Het zou uiteraard interessant zijn voor het gehele materiaal na te gaan, hoe de positie van de ingebrachte naald en vooral van de punt ervan, voor de contrastinjectie is geweest. Dit is helaas niet meer na te gaan, aangezien slechts in een deel der gevallen controlefoto's ter beschikking staan; bovendien heeft men zich dan nog vaak met de zijdelingse opname tevreden gesteld. Wel is hierbij gebleken, dat de naald in een overigens klein aantal gevallen tot bij de derde sacrale geleding is ingebracht, zonder dat complicaties na de contrastinspuiting zijn waargenomen.
Voorts is in enkele gevallen betrekkelijk kort (5 - 10 dagen) na een lumbale punctie canalografisch onderzoek verricht. Ook in deze gevallen zijn geen complicaties opgetreden. Desondanks lijkt het toch raadzaam,

dat de volgende richtlijnen bij het verrichten van de canalografie in acht worden genomen:

1. tevoren dient vastgesteld te zijn, dat de patiënt niet overgevoelig is voor de contraststof (intracutane en intraveneuze proefinjectie);
2. de periode tussen een voorafgaande lumbale punctie en de canalografie moet minstens twee weken (liefst drie weken) bedragen. Indien mogelijk dient er de voorkeur aan te worden gegeven de canalografie aan een lumbale punctie vooraf te laten gaan;
3. nadat de naald — zoveel mogelijk mediaan — in het sacrale kanaal is ingebracht, moet worden gecontroleerd of na het verwijderen van de mandrin geen liquor afvloeit; men verrichte deze controle terwijl de patiënt perst;
4. in aansluiting hieraan wordt röntgenologisch de plaats van de naaldpunt vastgesteld. Deze mag niet hoger liggen dan uiterlijk het grensgebied van de derde en vierde sacrale geleding. Bovendien mag de naaldpunt slechts in geringe mate van de mediaanlijn afwijken.

X. INDICATIE TOT OPERATIEVE BEHANDELING

Onder operatieve behandeling wordt hier de chirurgische ingreep verstaan, waarbij exploratie van de wanden en de inhoud van het lumbale en sacrale wervelkanaal plaatsvindt. De aard van de handelingen zal hierbij afhankelijk zijn van de plaatselijke afwijkingen. De wijze waarop deze ingreep plaatsvindt, zal in de volgende paragraaf betreffende de techniek worden beschreven. In het algemeen kunnen de indicaties tot operatieve behandeling worden gevormd door:

1. het radiculair ischialgisch syndroom,
2. het syndroom van de cauda equina, en
3. het orthotische caudasyndroom.

Ten aanzien van het radiculair ischialgische beeld en het orthotische caudasyndroom dient te worden opgemerkt, dat in het algemeen begonnen wordt met conservatieve behandeling.
Voert deze niet of op onvoldoende wijze tot herstel dan zal een operatieve ingreep worden overwogen, indien het waarschijnlijk is, dat een intrathecale afwijking aan het ziektebeeld ten grondslag ligt. Hetzelfde geldt, wanneer onder al of niet voortgezette conservatieve behandeling herhaalde recidieven der klachten en verschijnselen optreden. Van deze algemene regels wordt afgeweken, indien ernstige motorische uitvalsverschijnselen bestaan. In de mening, dat hieraan wel zeer waarschijnlijk compressie van één of meer wortels ten grondslag ligt, die zo snel mogelijk dient te worden opgeheven, vormt dit symptoom een regelrechte indicatie tot operatieve behandeling.
Dit geldt zowel voor het radiculair ischialgische syndroom als voor het beeld van de compressie der caudavezels. Overigens is het zeer goed mogelijk, dat het eerstgenoemde syndroom in het tweede culmineert. Eveneens wordt sneller tot operatie overgegaan, indien onder conservatieve behandeling weliswaar een zeker herstel van de radiculair ischialgische klachten en verschijnselen plaatsvindt, doch een ernstige scoliose blijft bestaan of op niet voldoende wijze wordt opgeheven. Deze omstandigheid wordt vooral bij jongere patiënten nogal eens waargenomen.
De uitslag van het canalografische onderzoek heeft op zichzelf nimmer de indicatie tot operatie bepaald. Het klinische beeld en het beloop van de aandoening zijn hiervoor steeds als maatstaven aangehouden. Hoog-

stens heeft het canalografische beeld in gevallen, waar getwijfeld is, in positieve of negatieve zin de doorslag gegeven.
Vooruitlopend op de uitkomsten van het canalografische onderzoek, kan naar aanleiding van de indicatie tot operatieve behandeling worden opgemerkt, dat duidelijke, zelfs indrukwekkende canalografische afwijkingen zijn vastgesteld bij patiënten, die met conservatieve behandeling uitstekend en — tot nu toe — blijvend zijn hersteld. In enkele dezer gevallen heeft naderhand een canalografisch controle onderzoek kunnen plaatsvinden. De hierbij gevonden anomalieën blijken slechts weinig van de oorspronkelijke bevindingen af te wijken.
In dit materiaal zijn 241 van de 460 canalografisch onderzochte patiënten volgens de bovenstaande indicaties geopereerd. Hieraan dient een overigens klein aantal gevallen te worden toegevoegd, waarin de indicatie tot operatie wel is gesteld, doch niet is uitgevoerd, doordat deze patiënten zich aan verdere behandeling hebben onttrokken.
Voor een nadere analyse moge naar het hoofdstuk betreffende het algemene overzicht van het canalografisch onderzochte materiaal worden verwezen.

XI. TECHNIEK VAN DE OPERATIEVE INGREEP

De chirurgische exploratie van het lumbale en sacrale kanaal heeft in vrijwel alle gevallen onder narcose plaatsgevonden. Hoewel de locale anaesthesie in sommige omstandigheden voordelen kan bieden, doordat de patiënt gedurende de operatie in staat is mededeling te doen over bepaalde sensaties, hebben we aan de narcose de voorkeur gegeven. De patiënt wordt hierbij niet blootgesteld aan tal van emotioneel belastende omstandigheden, terwijl men bovendien gedurende de operatieve ingreep over een groter aantal mogelijkheden blijft beschikken.

Gedurende de laatste vier jaar wordt de patiënt in knie-elleboog positie op de operatietafel geplaatst. Hiermee wordt als voordeel bereikt, dat het lumbale deel van de wervelkolom zo sterk mogelijk naar dorsaal wordt gekromd, waardoor het operatieterrein zich goed presenteert. Als ander voordeel kan worden aangemerkt, dat in deze houding geen druk op de buik plaatsvindt, waardoor veneuze stuwing binnen het wervelkanaal zoveel mogelijk wordt gereduceerd. Deze factor wordt nog verder begunstigd door tijdens de narcose gebruik te maken van kunstmatige beademing, waarbij positieve en negatieve drukfasen elkaar afwisselen (gemeten naar de atmosferische druk).

Toegang tot het lumbale wervelkanaal wordt verkregen door de betrokken processus spinosi weg te nemen en de caudale randen van de vrijgekomen wervelbogen te verwijderen. Hierna worden de ligamenta flava mediaan geincideerd en vervolgens in twee slippen losgepraepareerd. Deze slippen worden naar opzij uitgespannen. Aldus is gewoonlijk een voldoend ruime opening voor de plaatselijke exploratie van het wervelkanaal tot stand gekomen. In sommige gevallen kan het nodig zijn deze opening te vergroten door meer bot van de begrenzende boogranden te verwijderen en/of de slippen van het ligamentum flavum geheel weg te nemen.

Gewoonlijk vindt de exploratie plaats tussen L IV - L V en L V - S I; de afwijkingen in het onderste gedeelte van het wervelkanaal bevinden zich grotendeels op deze niveaux. Zijn er aanwijzingen gevonden voor afwijkingen in het sacrale kanaal, dan wordt het dak hiervan, zover als nodig is, verwijderd.

Een duidelijk niveauverschil tussen de durale zak terweerszijden van een wervelboog kan een aanwijzing voor een benige stenose zijn. Sondage

onder de betrokken boog kan dit vermoeden bevestiging geven en aanleiding zijn voor het geheel of gedeeltelijk verwijderen ervan. Een losliggende boog (spondylolysis) kan zonder veel moeite worden verwijderd. Door de durale zak en de afgaande wortel met behulp van een spatel naar mediaan te verplaatsen kan men de voorwand aan het wervelkanaal inspecteren. Eventuele vergroeiingen worden hierbij losgemaakt. Een discusprolaps of uitgezette peridurale venen komen aldus in zicht.
Treft men een discusprolaps aan, dan wordt deze na omsnijding met de gewoonlijk gedegenereerde nucleus pulposus geëxstirpeerd. Teneinde de verweekte nucleus pulposus met grotere zekerheid volledig te verwijderen, wordt eveneens aan de andere zijde discotomie verricht en vandaar uit de rest van de nucleus pulposus weggenomen. Wordt de prolaps door botranden geflankeerd, dan worden deze met behulp van tangetjes weggeknabbeld.
Blijken uitgezette peridurale venen aanwezig te zijn, dan worden deze door electrocoagulatie geoblitereerd en eventueel verwijderd.
Na inspectie van de wanden van het wervelkanaal worden de wortelkanalen door middel van sondage geëxploreerd en zo nodig een eindweegs geopend.
De durale zak wordt alleen geïncideerd, wanneer een intradurale afwijking wordt vermoed, ofwel wanneer tevoren myelografie met Ethiodan of Lipiodol heeft plaatsgevonden. Op deze wijze kan dan de ingebrachte contraststof uit de liquorruimte worden verwijderd.
Hieraan moet nog worden toegevoegd, dat het slechts in een enkel geval van een massale discusprolaps noodzakelijk is geweest de prolaps langs transdurale weg te exstirperen.
Heeft bij de operatie een exstirpatie van de nucleus pulposus plaatsgevonden, dan wordt gewoonlijk een intercorporele spondylodese verricht. Deze vindt plaats door één of meer botwigjes verkregen uit de verwijderde processus spinosi, in de betrokken tussenwervelspleet te hameren. Bij het sluiten van de operatiewond worden de beide slippen van het ligamentum flavum aaneen gehecht, teneinde aldus een zoveel mogelijk anatomisch herstel te bevorderen.

XII. ALGEMEEN OVERZICHT VAN HET CANALOGRAFISCH ONDERZOCHTE PATIËNTEN-MATERIAAL

Canalografisch onderzoek heeft sinds 1954 te Leiden (Academisch Ziekenhuis) en sinds 1956 te Amsterdam (Valeriuskliniek) regelmatig plaatsgevonden.

In deze studie zullen de resultaten worden beschreven betreffende de gevallen, die voor Januari 1960 canalografisch onderzocht zijn geworden. Gewoonlijk heeft in de gevallen, die geopereerd zijn, slechts een korte periode tussen het canalografische onderzoek en de chirurgische exploratie gelegen. In een enkel geval uit deze groep is het eerst op een aanzienlijk later tijdstip mogelijk geweest de canalografisch gevonden afwijkingen met de operatieve bevindingen te vergelijken. Alles tezamen genomen hebben 460 patiënten een canalografisch onderzoek ondergaan; 330 hiervan zijn afkomstig uit het Academisch Ziekenhuis te Leiden en 130 uit de Valeriuskliniek te Amsterdam. De Leidse patiënten zijn grotendeels opgenomen geweest op de afdeling Neurologie en Neurochirurgie; een klein deel is op de afdeling Reumatologie onder behandeling geweest.

In het grootste deel dezer patiënten is de canalografie toegepast op grond van een vermoedelijk radiculaire ischialgie. Hierbij dient echter te worden opgemerkt, dat het canalografische onderzoek gedurende de eerste tijd op ruimere schaal is toegepast en de indicatie hiertoe eerst later een beperking heeft ondergaan. Bij vergelijking van het materiaal van het Leidse Academisch Ziekenhuis met dat van de Valeriuskliniek wordt men door een aantal punten van verschil getroffen. In de eerste groep van patiënten bevinden zich meer gevallen, die ter observatie zijn opgenomen geweest en voor conservatieve behandeling in aanmerking zijn gekomen, dan voor het Amsterdamse materiaal geldt. De laatstgenoemde groep omvat veel meer patiënten, die tevoren elders reeds verscheidene malen conservatief behandeld zijn en mede hierdoor voor een groter gedeelte voor operatieve exploratie in aanmerking zijn gekomen. Dit verschil komt duidelijk tot uiting in de verdeling in geopereerde en niet geopereerde patiënten van de beide groepen; van het Leidse materiaal van 330 gevallen zijn er 159 (ruim 48 %) operatief behandeld, terwijl dit van de 130 Amsterdamse patiënten in 88 gevallen (ruim 67 %) heeft plaats gevonden. Afgezien van zes patiënten, drie uit elk centrum, die vroeger reeds zijn geopereerd en zich met recidiverende klachten

onder behandeling hebben gesteld, is de beoordeling voor een eventuele operatieve behandeling steeds door mij zelf verricht; hetzelfde geldt voor het grootste deel der operatieve ingrepen. In de gevallen, dat de operatieve ingreep niet door mijzelf is verricht, heeft deze onder mijn leiding plaatsgevonden.

Men kan nog een ander opmerkelijk verschil tussen het Leidse en Amsterdamse materiaal waarnemen, namelijk in de verdeling in mannelijke en vrouwelijke patiënten; terwijl deze verhouding in Leiden 206 : 124 bedraagt, is deze te Amsterdam 64 : 66. Onder de geopereerde patiënten is deze verhouding in de beide groepen vrijwel dezelfde.

Het Leidse materiaal komt in zijn onderlinge verhouding het meest nabij aan de waarden, die hierover in de litteratuur worden opgegeven. SPURLING en GRANTHAM (1949) vermelden, dat hun materiaal van hernia nuclei pulposi voor 70 % mannelijke patiënten telt. BARR (1947, 1951) komt zelfs tot 87,5 %. SPURLING (1953) meent als verklaring hiervoor te moeten wijzen op de traumatisering van de rug in beroepen, die zwaar tillen en bukken vergen. Van de Leidse patiënten behoren 62,5 % tot het mannelijke geslacht. Beperken wij ons tot de groep, waarin een discusprolaps operatief is vastgesteld, dan ligt dit percentage bij ruim 60. Volgens de argumentatie van SPURLING zou hieruit kunnen volgen, dat óf de mannen aan minder zware belasting van de rug hebben bloot gestaan óf de vrouwen daarentegen juist meer dan in zijn materiaal het geval is, ofwel dat beide factoren gezamenlijk hiervoor verantwoordelijk gesteld moeten worden.

In het Amsterdamse patiëntenmateriaal is het aantal mannen en vrouwen vrijwel gelijk. Waarschijnlijk ligt de verklaring hiervan voor een groot deel op organisatorisch terrein. In tegenstelling tot de Leidse neurologische afdeling, waar bijna tweemaal zoveel mannen als vrouwen kunnen worden opgenomen, zijn in de Valeriuskliniek voor vrouwelijke patiënten iets meer bedden beschikbaar dan voor mannen. Van bijzonder belang is hierbij, dat het opnemen van patiënten grotendeels door de plaatselijke geneeskundige dienst wordt geregeld, die de beschikbare bedden belegt.

Ingedeeld volgens de leeftijd wordt het grootste aantal patiënten in het vierde en vijfde decennium teruggevonden. (134 resp. 137 patiënten, zie tabel V). De kleinste groep ligt in het eerste decennium (2 patiënten). In grootte hierop volgend worden 16 patiënten in het zevende en 17 patiënten in het tweede decennium aangetroffen. Afgezien van kleine verschillen is deze verdeling voor het Leidse en Amsterdamse materiaal vrijwel gelijk.

Uit tabel V is voorts af te lezen, dat 247 patiënten operatief zijn geëxploreerd. Deze groep is eveneens volgens de leeftijdsklasse ingedeeld. In grote lijnen gaat deze indeling ongeveer parallel met de opgave voor het

TABEL V. *Algemeen overzicht van het canalografisch onderzochte patiëntenmateriaal.*

Decennium	Canalografisch onderzocht	Geopereerd	Vroeger geopereerd	Operatieve bevindingen			
				Discusprolaps	Andere afwijkingen	Discusprolaps en andere afwijkingen	Negatief
I	2	2	—	—	1	1	—
II	17	12	—	5	2	5	—
III	75	47	1	18	12	15	1
IV	134	75	2	30	7	36	—
V	137	65	1	22	17	25	—
VI	79	39	2	9	11	17	—
VII	16	7	—	1	3	3	—
	460	247	6	85	53	102	1

totale canalografisch onderzochte materiaal. Hierbij valt echter op, dat de patiënten in de eerste decennia voor een groter gedeelte in aanmerking voor operatieve behandeling zijn gekomen, dan in de latere. In de leeftijdsklassen onder het 40ste jaar ligt dit percentage boven 50 %; hieraan kan nog worden toegevoegd, dat dit percentage toeneemt, naar mate de leeftijdsklasse lager is.

De jongste door ons geopereerde patiënten waren beide 9 jaar oud. In het ene geval werd een dermoid van de cauda equina gevonden en in het andere multipele discusprolapsen, die zowel tussen L IV en L V als tussen L V en S I waren gelocaliseerd. In vergelijking met wat hierover in de litteratuur bekend is, kan dit als één van de jongste hiervoor geopereerde kinderen worden genoemd. Alleen KEMP (1958) maakt melding van een jonger kind, nl. van een zesjarig meisje, dat wegens een lumbosacrale discusprolaps is geopereerd. Andere auteurs melden van hun materiaal geen geopereerde gevallen voor het elfde jaar. (o.a. WAHREN, 1945; ECKERT en DECKER, 1947; KEY, 1950; WEBB cs. 1954; en FERNSTRÖM, 1956). De beide oudste door ons voor een discusprolaps geopereerde patiënten waren 64 jaar. Dit is in het geheel geen uitzonderlijk hoge leeftijd zoals uit de litteratuur blijkt. Het oudste geopereerde geval, dat als zodanig te boek staat, betreft een patiënt van 74 jaar (SPURLING, 1953).

In tabel V is een overzicht gegeven van de operatieve bevindingen bij de 241 door ons geëxploreerde gevallen (zoals reeds vermeld zijn 6 van de 247 gevallen vroeger elders geopereerd; de bevindingen bij deze operaties zijn niet in deze tabel verwerkt). In 187 patiënten is op één of meer niveaux een discusprolaps aangetroffen, terwijl in de overige 53 patiënten een andere bevinding is gedaan als oorzaak van de klachten. In slechts één geval is de exploratie negatief geweest.
De localisatie van de prolaps blijkt overeenkomstig de algemene ervaring een voorkeur te bezitten voor de twee onderste tussenwervelschijven. In ons materiaal van 187 patiënten zijn 214 discusprolapsen operatief vastgesteld (zie tabel VI). 207 hiervan (ruim 96 %) zijn van de onderste

TABEL VI. *Localisatie van de operatief vastgestelde discusprolapsen in* 187 *patiënten*

Decennium	L III - IV	L IV - V	L V - S I	L V - VI	L VI - S I	localisatie op meer dan één niveau
I	—	1	1	—	—	1
II	1	6	6	—	—	3
III	2	14	25	1	1	10
IV	1	28	46	—	—	9
V	1	20	27	1	—	2
VI	2	14	12	—	—	2
VII	—	3	1	—	—	—
Totaal. . .	7	86	118	2	1	27

twee tussenwervelschijven uitgegaan. In drie gevallen, waar zes lendenwervels zijn gevonden heeft dit de tussenwervelschijven tussen L V en L VI (2 gevallen) en tussen L VI en S I (1 geval) betroffen. In de overige 204 prolapsen is de localisatie 86 maal tussen L IV en L V en 118 maal tussen L V en S I vastgesteld; dit is in bijna 42 % resp. 58 %. Deze getallen wijken enigszins af van de opgave van SPURLING (1953), die voor deze beide groepen een ongeveer gelijke frequentie opgeeft. LOVE en WALSH (1938) vermelden zelfs een licht overwicht van de prolapsen uitgaande van de tussenwervelschijf tussen L IV en L V.

Behalve van de beide onderste disci kan een prolaps ook op een hoger niveau ontstaan, zij het in aanmerkelijk lagere frequentie. In dit materiaal zijn 7 prolapsen gevonden uitgaande van de derde tussenwervelschijf; dit is derhalve in ruim 3 %. In de litteratuur wordt dit percentage verschillend opgegeven, variërend van 1 tot 9 %.

Zoals uit de bovenstaande opgaven betreffende het aantal patiënten (187) en de hierbij gevonden 214 discusprolapsen moge blijken, is bij 27 patiënten (ruim14 %) meer dan één prolaps waargenomen. Als regel heeft dit twee prolapsen betroffen. Eén geval moet echter worden vermeld, waarin op drie niveaux een discusprolaps heeft bestaan. Voor deze groep van 27 patiënten geldt steeds, dat de afwijking op meer dan één niveau is vastgesteld (multipele prolapsen). Het kan ook voorkomen, dat twee prolapsen, uitgaande van één tussenwervelschijf, naast elkaar bestaan. In ons materiaal is een dergelijke bevinding slechts één maal zuiver vastgesteld. In een aantal andere breidde de prolaps zich over de gehele tussenwervelschijf uit met beiderzijds in de laterale gebieden de sterkste uitpuiling. Deze gevallen, die door LANSCHE en FORD (1960) als coëxistente prolapsen worden onderscheiden, zijn steeds geboekt als enkelvoudige discusprolapsen, d.w.z. uitgaande van één tussenwervelschijf.

Over de frequentie van multipele discusprolapsen vindt men in de litteratuur slechts spaarzame gegevens. TAPTAS (1960) vermeldt voor zijn materiaal van 210 lumbale en lumbosacrale discusprolapsen, 6 gevallen van multipliciteit (iets minder dan 3 %). LANSCHE en FORD (1960) hebben in hun materiaal de coëxistente prolapsen bij de multipele gevoegd. Deze groep wordt gevormd door 68 gevallen op een totaal van 660 (ruim 10 %).

In elk geval ligt in ons materiaal het percentage der multipliciteit opmerkelijk hoog.

Van de groep van 187 discusprolapsen zijn de gevallen, waarin de discusprolaps samengaat met andere afwijkingen afgesplitst, zodat tenslotte een aantal van 85 is verkregen, waar zuiver en alleen een prolaps van de tussenwervelschijf heeft bestaan.

De 102 overige gevallen zijn in de zevende kolom van tabel V ondergebracht (zie ook tabel VII).
De aard van de andere afwijkingen al of niet met discusprolaps gecombineerd (kolom 6 en 7 van tabel V) is gebleken zeer uiteenlopend te zijn. Voor een deel betreft het aangeboren afwijkingen, die bij het röntgenologische onderzoek of tijdens de operatieve exploratie aan de dag zijn getreden, zoals sluitingsdefecten van één of meer wervelbogen. Deze anomalie, die als *spina bifida* (*occulta*) wordt onderscheiden, ziet men het meest frequent in het lumbosacrale grensgebied, doch ze kan zich zowel op hogere niveaux als in het overige sacrale gebied manifesteren. Deze ontwikkelingsstoornis wordt als uitingsvorm opgevat van de status dysraphicus (BREMER 1926, 1937 en 1942; SILLEVIS SMITT, 1946; BIJL, 1956) en komt volgens de litteratuur in 15—19 % voor (BIJL, 1956). CURTIUS (1939) meent, dat de frequentie hoger ligt (nl. tussen 20 en 25 %), dan hij bij zijn röntgenologisch onderzoek heeft vastgesteld (CURTIUS en LORENTZ, 1934: 17,6 %) en wel op grond van het feit, dat de anomalie in een aantal gevallen op de röntgenfoto niet wordt gezien, doordat de uiteinden der beide booghelften over elkaar worden geprojecteerd.
Wanneer deze aanlegstoornis een grote omvang heeft, dient er rekening mee te worden gehouden, dat ook de structuren binnen het wervelkanaal van het normale zullen afwijken. Zo kan de durale zak in caudale richting tot een abnormaal laag niveau reiken. Over de mogelijke complicatie, die deze situatie bij het canalografisch onderzoek in de hand kan werken, is in hoofdstuk VI en IX reeds gewezen.
Ook kan de durale zak abnormaal sterk zijn verwijd. Deze anomalie is door HANRAETS (1953, 1959) beschreven en in samenhang gebracht met de status dysraphicus. In een klein aantal gevallen met dysraphische afwijkingen in het lumbosacrale overgangsgebied zijn periduraal straffe bindweefselstrengen aangetroffen, die soms ventraal, soms dorsaal van de durale zak lopen en hiermede gewoonlijk vast vergroeid zijn.
De dysraphische anomalieën kunnen zich ook intraduraal manifesteren, zoals een tot abnormaal caudaal niveau reikende conus terminalis van het ruggemerg.
Mogelijk dient nog een andere anomalie met dysraphische ontwikkelingsstoornissen in verband te worden gebracht, nl. de *extradurale cyste*, waarvan drie gevallen in dit materiaal voorkomen. Over de pathogenese heerst geen eenstemmigheid (litt. zie LUYENDIJK, 1955). Volgens de gangbare opvatting wordt de ontwikkeling dezer cysten verklaard door herniatie van de arachnoidale membraan door een congenitale dehiscentie van de dura mater. HYNDMAN en GERBER (1946) menen, dat deze cysten ook kunnen ontstaan uit dystopische cellen. Weer andere auteurs

TABEL VII. *Tabellarisch overzicht van het nader bewerkte patiëntenmateriaal*

Groepen	aantal patiënten	aantal gecodeerde niveaux	complicerende bevindingen					
			discusprolaps evtl met osteochondrosis	peridurale en/of periradiculaire vergroeiing	stenose wervelboog	uitgezette peridurale venen	spondylolysis spondylolisthesis	wortelcyste
in totaal geopereerd	241	305						
discusprolaps	85	103	—	—	—	—	—	—
discusprolaps met flankerende osteochondrotische botlippen	24	27		—	—	—	—	—
stenose wervelkanaal	38	38	19	4		6	—	—
waarvan zonder complicerende bevindingen	12	13	—	—		—	—	—
uitgezette peridurale venen,	9	9	7	—	—		—	—
waarvan zonder complicerende bevindingen	2	2	—	—	—		—	—
peridurale en periradiculaire vergroeiing	44	48	29		6	—	1	1
waarvan niveaux zonder complicerende bevindingen . . .	28	31	—		—	—	—	—
waarvan in het geheel geen complicerende bevindingen .	9	12	—		—	—	—	—
spina bifida	13	20	11	2	3	—	1	2
dik lig. flavum	6	8	5	1	1	1	—	—
waarvan zonder complicerende bevindingen	1	1	—	—	—	—	—	—
wortelcysten	9	11	5	1	2	1	—	
spondylolysis	4	6	3	1	—	—		—
bijzondere bevindingen . . .	16							

vatten de afwijking op als een meningocele, die binnen het wervelkanaal is gelegen. (INGRAHAM en MATSON, 1945).
Een ontwikkelingsstoornis van andere aard is de *spondylolysis*. Hieronder wordt de toestand verstaan, dat geen of zeer onvoldoende benige samenhang bestaat in het deel van de wervelboog, dat tussen de processus articularis superior en inferior is gelegen. Indien deze afwijking aan beide zijden aanwezig is, boet de onderlinge fixatie der aangrenzende wervels aan stevigheid in. Hierdoor is de mogelijkheid gegeven, dat de wervellichamen onderling gaan verschuiven en het beeld van de *spondylolisthesis* ontstaat (afb. 43).
In deze groep kan eveneens de *benige stenose van het wervelkanaal* worden ondergebracht, waarop in de algemene inleiding reeds uitvoerig is ingegaan. De operatieve bevindingen in deze gevallen zullen in het volgende hoofdstuk over de canalografische analyse gedetailleerd worden beschreven. De leeftijdsverdeling in deze groep toont vrijwel gelijke verhoudingen als voor de discusprolaps geldt. Wel dient er de aandacht op te worden gevestigd, dat de benige wervelboogstenose meer bij mannelijke dan bij vrouwelijke patiënten zijn aangetroffen (27 van de 38 gevallen). De verhouding ligt derhalve meer naar de zijde van de mannelijke patiënten verschoven, dan in ons materiaal voor de discusprolaps geldt (iets meer dan 60 %).
De patiënten toonden als regel het beeld van ischialgie met radiculaire symptomatologie. In een betrekkelijk gering aantal nl. bij 8 patiënten worden de klachten en verschijnselen door lopen en staan op duidelijke wijze geprovoceerd in de zin van het orthotische caudasyndroom.
Naast de anomalieën, die op een stoornis in de embryonale ontwikkeling kunnen worden teruggevoerd, dienen een aantal afwijkingen te worden vermeld, die in de loop van het latere leven zijn ontstaan. Van sommige hiervan is het waarschijnlijk, dat hun ontstaanswijze samenhangt met degeneratieve veranderingen in de tussenwervelschijf, waarvan de prolaps een uitingsvorm kan zijn. In ruim verband hiermede kunnen worden genoemd:
osteochondrotische botlippen, (oa. MULDER, 1961), die van de randen van het wervellichaam uitgaan en een eventueel aanwezige discusprolaps benig flankeren;
peridurale en periradiculaire vergroeiingen, meestal ter plaatse van een prolaberende tussenwervelschijf. Door deze obliteraties wordt de peridurale ruimte in dit gebied tot verdwijnen gebracht. Deze veranderingen zijn echter ook gevonden bij tussenwervelschijven, die niet prolaberen; als regel worden röntgenologisch dan toch wel degeneratieve veranderingen hiervan waargenomen;
uitgezette peridurale venen; in deze groep zijn alle gevallen ondergebracht,

waar de peridurale venen in het geëxploreerde gebied een opvallend verdikt of zelfs varikeus aspect hebben getoond. De varikeuze uitzetting breidt zich veelvuldig rond de afgaande wortel(s) uit. Het is in vele gevallen echter moeilijk om tot een zuiver oordeel te komen in hoeverre de bevindingen als pathologisch moeten worden gewaardeerd, respectievelijk als een variatie van normale omstandigheden zijn op te vatten. Er kunnen nl. een aantal factoren gedurende de operatie aanwezig zijn, die een stuwing in de veneuze plexus veroorzaken. Hierdoor is het mogelijk, dat voor een aantal gevallen uitgezette peridurale venen in het operatieverslag zijn genoteerd, zonder dat van werkelijk pathologische afwijkingen sprake is. Hierbij dient echter wel te worden opgemerkt, dat de door ons gevolgde operatieve techniek van dien aard is, dat één der belangrijkste oorzaken van veneuze drukverhoging tijdens de ingreep, nl. druk op de buik, wordt vermeden (zie indicatie en methode van operatie).

Teneinde echter de beelden, die bij het canalografische onderzoek zijn verkregen, zo goed mogelijk te kunnen beoordelen, is deze groep van uitgezette peridurale venen apart gehouden, ook in de vele gevallen, waar ze in combinatie met andere afwijkingen zijn aangetroffen. Hierdoor heeft bv. de groep van discusprolapsen aan zuiverheid gewonnen. Om deze zelfde reden zijn de gevallen, waarin een opvallend *dik ligamentum flavum* is gevonden, apart beoordeeld. Ook voor deze groep geldt de hierboven vermelde moeilijkheid in de beoordeling nl. of de dikte van het ligamentum flavum in de betrokken gevallen als pathologisch moet worden gewaardeerd, dan wel binnen de normale variatiebreedte valt. Hoewel verscheidene auteurs (MEREI, 1953; STRULLY, 1956 en ESPADALER MEDINA cs, 1958) van mening zijn, dat de pathogenese van de *sacrale perineurale wortelcysten* op een stoornis in de normale ontwikkeling berust, wordt deze afwijking hier volgens de meest gangbare opvatting onder de verworven afwijkingen gegroepeerd (TARLOV, 1938, 1948, 1952, 1953; ABBOTT cs 1956, 1957; SCHREIBER en HADDAD, 1951; HANRAETS, 1959 en vele anderen).

Voorts moeten in dit kader enkele gevallen worden genoemd van intradurale *arachnoidale cysten* en een *subduraal haematoom*, alle met een laag lumbale of lumbosacrale localisatie.

De laatstgenoemde afwijking is van bijzonder zeldzame aard. In de litteratuur is slechts een enkel geval van spinaal subduraal haematoom beschreven met een laag thoracale localisatie (AINSLIE, 1958). Dit haematoom is zonder duidelijke aanleiding bij een vrouw van 67 jaar opgetreden, die aan hypertensie (220/160) bleek te lijden.

In ons geval betreft het een corpulente man van 56 jaar, die bij een hoestbui plotseling een zeer heftige pijn onder in de rug heeft gekregen, ge-

paard met een verlamd gevoel in de beide benen, vooral links. De mictie is in aansluiting hieraan niet meer spontaan tot standgekomen. De volgende dag wordt geen krachtsvermindering in de benen vastgesteld; wel blijken de KPR en vooral de APR aan de linker zijde lager uit te vallen dan rechts. De sensibiliteit is intact. Met de handgreep van Lasègue wordt links bij 45° uitstralende pijn aangegeven; rechts valt deze proef eveneens positief uit, doch het been kan hier hoger worden geheven. De proeven van Naffziger en van Vincenzo Neri vallen positief uit.
Spontane mictie is niet mogelijk. Injecties met carbachol hebben hierop geen merkbare invloed uitgeoefend. Cystometrisch onderzoek (collega H. Tilanus) levert een afwijkende, zeer vlakke curve op.
Bij verder onderzoek zijn geen afwijkingen van betekenis ontdekt. De bloeddruk, waaraan AINSLIE bij verhoging een grote pathogenetische waarde hecht, heeft verschillende waarden opgeleverd nl. wisselend van 170/110 tot 125/90.
Van de voorgeschiedenis moet voorts worden gemeld, dat hij de dag voor de heftige pijn is opgetreden, een zware kast heeft getild.
Mede op grond van de canalografische bevindingen, die door een duidelijke zijdelingse indeuking van de centrale contrastkolom ter hoogte van de lumbosacrale tussenwervelschijf zijn gekenmerkt, is tot operatieve exploratie overgegaan, waarbij tussen de vijfde lendenwervel en het sacrum een subduraal haematoom is gevonden en verwijderd. De bron dezer bloeding hebben wij niet kunnen vaststellen. De patiënt heeft zich na de ingreep op voortreffelijke wijze hersteld, waarbij al zijn klachten en verschijnselen zijn verdwenen.
Tenslotte zijn in een aantal gevallen nieuwvormingen aangetroffen. De localisatie hiervan is voor een deel intraduraal geweest, namelijk:

een *meningeoom*,
twee *neurolemnomen* en
een *dermoid*;

voor een ander deel heeft het gezwel zijn zetel primair of secundair in de wervels gehad. Dit geldt voor:

een *reticulumcelsarcoom*,
een *hypernephroom*,
een *chondroom* en
een *portiocarcinoom*.

XIII. CANALOGRAFISCHE ANALYSE

Voor de verschillende groepen van operatief vastgestelde afwijkingen zal een analyse van de canalografische afwijkingen worden gegeven. Deze groepen zijn hiervoor zo zuiver mogelijk gehouden (zie tabel VII). Hiermede wordt bedoeld, dat zoveel mogelijk die gevallen tot een groep zijn verenigd, waarin operatief geen andere afwijkingen het beeld hebben gecompliceerd. Deze selectie heeft voor de gevallen met een frequent voorkomende afwijking zonder moeite plaatsgevonden. Wanneer het echter om minder of zelfs weinig frequente voorkomende afwijkingen handelt, zijn als compromis een aantal gevallen aan een groep toegevoegd, waarin bij operatie nog andere afwijkingen zijn waargenomen. Uiteraard zal bij de beoordeling dezer groepen de uiterste voorzichtigheid bij de gevolgtrekkingen in acht moeten worden genomen.

Alvorens echter deze aparte groepen in behandeling te nemen, zal een overzicht worden gegeven van de canalografische bevindingen van het *gehele materiaal.*

Zoals in het voorgaande is medegedeeld, heeft het onderzoek bij 460 patiënten plaatsgevonden. In 36 gevallen (7,8 %) is het canalografische onderzoek mislukt door oorzaken van verschillende aard. Zoals in hoofdstuk VII is beschreven, kan de hiatus sacralis te weinig opening bieden om de naald hierdoorheen in het sacrale kanaal op te schuiven. Dit kan veroorzaakt zijn door een te nauwe afmeting van de hiatus als zodanig, doch evenzeer door verbening van het bedekkende ligament ofwel door exostosen in het caudale deel van het sacrale kanaal. ELAUT en VERDONK (1934) hebben de laatstgenoemde anomalie in 3 % van hun materiaal aangetroffen. FORESTIER (1949) bericht over 4 % van zijn gevallen, waarin het hem wegens een benige obstructie mislukte de canalis sacralis via de hiatus te puncteren. Dit percentage stemt ongeveer met onze ervaringen overeen.

In andere gevallen mislukte de punctie van het sacrale kanaal door andere vormanomalieën. Met name dienen ontwikkelingsdefecten van het dak van het sacrum te worden genoemd. In een tweetal gevallen is gebleken, dat dit geheel membraneus is gebleven, waardoor het in één van beide ook bij herhaalde poging tot canalografisch onderzoek geperforeerd werd en de ingespoten contraststof zich in de weke delen verbreidde. In het andere geval is het echter wel degelijk gelukt een goede

peridurale contrastvulling van het wervelkanaal tot stand te brengen. Maar ook gevallen van een hoogreikende sacrale hiatus hebben moeilijkheden opgeleverd. De tussen de beide cornua sacralia ingebrachte naald kan dan vaak het sacrale kanaal missen, doordat zijn dak in het caudale gebied ontbreekt. Er bestaat dan een grote kans, dat de naald hierover heen met de punt in de achter het heiligbeen gelegen weke delen terechtkomt.

Soms is het canalografisch onderzoek mislukt, doordat de contraststof bij herhaling intraveneus is ingespoten. In een aantal andere gevallen tenslotte, zijn geen voldoend sterke contrastschaduwen in het lumbale deel van het wervelkanaal tot stand gekomen. Wij hebben hierbij vaak de indruk gekregen, dat de peridurale ruimte in het sacrale kanaal bij het inspuiten aanzienlijk meer weerstand biedt dan gewoonlijk het geval is. Herhaaldelijk is waargenomen, dat veel van de ingebrachte contraststof via de sacrale foramina in het bekkengebied is afgevloeid.

In de 424 canalogrammen, die ter beoordeling resteren, hebben we in 21 gevallen geen duidelijke afwijkingen kunnen vaststellen. Er zijn derhalve 403 gevallen op canalografische afwijkingen beoordeeld. Deze afwijkingen worden vrijwel steeds op het niveau van een tussenwervelspleet aangetroffen en, zoals reeds beschreven, in de samenstellende grondpatronen ontleed. In minder dan de helft dezer gevallen is op meer dan één niveau een afwijking van de contrastschaduw vastgesteld. Aldus heeft in totaal voor 575 niveaux een codering volgens de verschillende grondpatronen plaatsgevonden. In voorachterwaartse en zijdelingse richting tezamen zijn aldus 1212 grondpatronen gecodeerd.

Teneinde een indruk te krijgen van de frequentie van elk dezer grondpatronen, alsmede van hun eventuele combinaties, worden deze in een tabellarisch overzicht weergegeven. Een voorbeeld hiervan vormt tabel VIII, waarin deze gegevens van het gehele onderzochte patiëntenmateriaal zijn neergelegd.

Aangezien van gelijksoortige tabellen gebruik zal worden gemaakt bij de beschrijving van de canalografische afwijkingen in de verschillende groepen van aandoeningen, zal de opbouw van zo'n tabel eerst uitvoerig worden behandeld. Op pagina 116 treft men het schema van een dergelijke tabel aan. Deze is uit vier delen samengesteld, die door de cijfers 1, 2, 3 en 4 worden aangegeven. De beide bovenste, 1 en 2, hebben betrekking op de grondpatronen, die op het voorachterwaartse beeld worden gezien en de beide onderste, 3 en 4, op dat van het in zijdelingse richting genomen canalogram. In de onderdelen 1 en 3 wordt de frequentie van alle gevonden grondpatronen alsmede van hun onderlinge combinaties vastgelegd. Aan de rechter zijde vindt men de onderdelen 2 en 4, waarin de frequentie der grondpatronen zal worden aangegeven,

SCHEMA VAN EEN TABEL, WAARIN DE FREQUENTIE VAN DE GRONDPATRONEN EN HUN EVENTUELE COMBINATIES KUNNEN WORDEN AANGEGEVEN.

	I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IIId
I	I						
IIa	I–IIa	IIa					
IIb	I+IIb	IIa+IIb	IIb				
IIIa	I+IIIa	—	—	IIIa			
IIIb	I–IIIb	IIa–IIIb	—	IIIa+IIIb	IIIb		
IIIc	I+IIIc	—	IIb+IIIc	—	IIIb+IIIc	IIIc	
IIId	I+IIId	IIa+IIId	IIb+IIId	—	IIIb+IIId	IIIc+IIId	IIId

1

	I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IIId	
A	A+I	A+IIa	A+IIb	A+IIIa	A+IIIb	A+IIIc	A+IIId	A
B	B+I	B+IIa	B+IIb	B+IIIa	B+IIIb	B+IIIc	B+IIId	B

3

2

	a	b	c
I			
IIa			
IIb			
IIIa			0
IIIb			
IIIc			
IIId			

4

	a	b	c
A		0	
B			

die als op zichzelf staande afwijkingen zijn waargenomen. In deze gevallen kan het afwijkende canalografische beeld dus niet verder ontleed worden, omdat het door slechts één grondpatroon wordt gevormd.
Zoals hierboven reeds is beschreven, geeft het tabelonderdeel 1 een overzicht van de afwijkingen op het in voorachterwaartse richting genomen canalogram. Langs de linker- en de onderzijde ervan zijn de grondpatronen aangegeven en wel zodanig, dat deze elk tegenover een reeks van vakjes zijn geplaatst. Een dergelijke reeks behorend bij één grondpatroon is meestal gedeeltelijk horizontaal en gedeeltelijk verticaal gerangschikt. Alleen voor de grondpatronen I en IId vormen de vakjes een geheel verticale resp. horizontale reeks. Bij elk grondpatroon behoren zeven dergelijke vakjes, waarvan er zes beschikbaar zijn om de combinaties met de andere grondpatronen te noteren, terwijl in het zevende het aantal van het betroffen grondpatroon zelf kan worden aangetekend. Deze „zevende vakjes" hebben een diagonaalsgewijze rangschikking van links boven naar rechts onder. In het schema zijn ze dik omlijnd en bevatten het codenummer van het betrokken grondpatroon. In de overige vakjes zijn de verschillende bijbehorende combinaties van grondpatronen aangegeven. Dit heeft echter niet plaats gehad voor de combinaties van IIIa met IIa resp. IIb, voor IIIb met IIb, voor IIIc met IIa resp. IIIa en voor IIId met IIIa. Uit hoofde van de verschijningsvormen dezer grondpatronen, zijn de genoemde combinaties namelijk niet mogelijk. Door deze opbouw van de tabel krijgt men een overzicht van het samengaan van twee grondpatronen als onderdeel van een canalografische afwijking. Ten opzichte van een combinatie van meer dan twee grondpatronen schiet ze echter tekort.
Het onderdeel 3 van de tabel, dat links onder is geplaatst, heeft betrekking op de grondpatronen, die op het in zijdelingse richting genomen canalogram worden gezien. Deze grondpatronen A en B worden slechts als een zeer grote uitzondering in combinatie waargenomen. Om deze reden is hiervoor in de tabel geen ruimte gelaten en zijn de twee vakjes waarin het totale aantal van het respectieve grondpatroon kan worden aangetekend, boven elkaar geplaatst. Deze vakjes bevinden zich aan de rechter zijde van het tabelonderdeel 3 en zijn eveneens in het schema dik omlijnd. Langs de bovenzijde van dit tabelonderdeel bevindt zich dezelfde reeks codenummers van de grondpatronen, die onder het tabelonderdeel 1 is geplaatst. Links van 3 is met A en B een reeks van acht vakjes aangegeven, die elk op een „zijdelings" grondpatroon betrekking heeft. Door deze opstelling kunnen in 14 vakjes de combinaties van „voorachterwaartse" en „zijdelingse" grondpatronen worden aangegeven, waarbij de onderdelen 1 en 3 in het vlak van de tabel op elkaar aansluiten.

In de tabelonderdelen 2 en 4 worden de aantallen van de diverse grondpatronen weergegeven, die als op zichzelf staande canalografische afwijking zijn waargenomen.
Zoals uit de aangifte der codenummers ter linkerzijde blijkt, is 2 bedoeld voor de grondpatronen op de voorachterwaartse en 4 voor die op de zijdelingse opnamen. Ook hier is de opstelling zodanig, dat 2 en 4 op de overige onderdelen van de tabel aansluiten. In een deel dezer gevallen is een op zichzelf staand grondpatroon op de voorachterwaartse opname gecombineerd gevonden met een grondpatroon ter zelfder hoogte op de zijdelingse foto. Deze aantallen worden in de eerste kolom (a) van 2 en 4 opgenomen.
In een ander deel der gevallen zijn slechts op de in voorachterwaartse richting gemaakte canalogrammen eenvoudige afwijkingen gezien in de vorm van een grondpatroon. De aantallen hiervan worden in kolom b van 2 genoteerd.
De aantallen van op zichzelf staande grondpatronen op de zijdelingse foto's, zonder dat op hetzelfde niveau afwijkingen op het voorachterwaartse canalogram zijn gezien, worden in kolom c van 4 vermeld. De kolommen b van 4 en c van 2 blijven derhalve „leeg", hetgeen door een nul is aangegeven.

Beziet men in tabel VIII de getallen in het trapvormige onderdeel 1 (frequentie der grondpatronen en hun onderlinge combinaties in het voorachterwaartse beeld), dan valt het op, dat het grondpatroon I het meeste voorkomt en in 2/3 der canalografische afwijkingen wordt aangetroffen. Op een aanzienlijk lager peil volgen hierop de grondpatronen IIa en IIIc, waarvoor ongeveer 1/4 wordt genoteerd. In ongeveer 14 % worden de grondpatronen IIb en IIIb waargenomen, terwijl IIIa en IIId de laagste frequentie van omstreeks 4 % blijken te bezitten.
Van de combinaties springen die van I met IIa en van I met IIIc in het oog nl. in iets meer dan 20 % der canalografische afwijkingen. Aanmerkelijk lager zijn de combinaties I - IIb en I - IIIb genoteerd nl. in 8,0 resp. 6,3 %. De overige combinaties liggen nog veel lager, waarvan alleen de combinatie IIIb - IIIc nog tot boven de 3 % komt.
Zoals in het voorgaande reeds is opgemerkt, kunnen een aantal combinaties niet worden verwacht (IIa met IIIa en IIIc, IIb met IIIa en IIIb, IIIa met IIIc en IIId). Dat in één geval een combinatie van IIIa met IIIb genoteerd is, heeft reeds in het vorige hoofdstuk een toelichting gekregen.
Zoals het tabelonderdeel 2 laat zien, worden de canalografische afwijkingen in betrekkelijk geringe frequentie door op zichzelf staande — niet met andere gecombineerde — grondpatronen gevormd.

TABEL VIII. *Canalografische afwijkingen bij alle onderzochte patiënten; frequentie der grondpatronen procentuee aangegeven*

I	66,8						
IIa	21,7	25,9					
IIb	8,0	2,1	14,0				
IIIa	1,0	—	—	4,7			
IIIb	6,3	0,9	—	0,2	13,6		
IIIc	20,7	—	0,5	—	3,1	25,7	
IIId	1,6	0,4	1,2	—	0,5	0,5	3,8

I	7,3	7,0	
IIa	1,7	1,9	
IIb	1,4	3,7	
IIIa	1,7	1,9	0
IIIb	3,1	3,3	
IIIc	1,4	1,7	
IIId	0,7	0,7	

	I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IIId	
A	19,1	5,9	4,0	1,6	3,8	7,7	1,7	29,2
B	20,5	8,5	3,5	0,9	3,7	8,0	0,5	27,0

A	9,7	0	4,5
B	7,3		2,4

aantal patiënten: 460
mislukt onderzoek: 36

geen duidelijke afwijkingen: 21
aantal afwijkende niveaux: 575

Wanneer dit per grondpatroon wordt berekend, komt IIIa relatief het meeste als op zichzelf staande afwijking voor nl. in meer dan 3/4 van het geheel van dit grondpatroon. Voor alle andere grondpatronen ligt dit cijfer aanmerkelijk lager. De laagste verhouding geldt voor IIa en IIIc (iets meer dan 1/10). Juist deze grondpatronen komen veelvuldig met andere gecombineerd voor en wel vooral met I. Tussen deze beide uitersten in bevinden zich de andere grondpatronen. Volgens afdalende frequentie gerangschikt, vormen deze zich tot de volgende reeks: IIIb, IIId, IIb en I.

Het tabelonderdeel 3 geeft de frequentie in procenten weer, waarmede de verschillende grondpatronen op de voorachterwaartse opname samengaan met de grondpatronen A of B op het zijdelings genomen canalogram. Zoals uit de cijfers blijkt, die de totale frequentie van A en B weergeven, worden deze grondpatronen beide vrijwel evenveel waargenomen. Hun frequentie blijkt dan iets hoger te zijn dan voor het grondpatroon IIa geldt, nl. 29,2 en 27,0 %. Deze onderlinge verhouding wordt in hun combinatie met een aantal grondpatronen op het voorachterwaartse beeld teruggevonden. Alleen voor de combinaties met IIa, IIIa en IIId gelden andere verhoudingen; in de combinatie met IIa blijkt het grondpatroon B in de meerderheid voor te komen, terwijl in de beide andere gevallen het grondpatroon A overheerst.
Indien de grondpatronen A en B worden samengenomen, dan blijkt de verhouding van hun combinatie met de grondpatronen op het voorachterwaartse beeld ten opzichte van het totaal van elk grondpatroon een gelijke orde van grootte te bezitten. Wordt deze verhouding procentueel berekend, dan vindt men waarden, die tussen 51,9 en 60,8 zijn gelegen.
Rechts onder bevindt zich onderdeel 4 van de tabel. Worden hierin de getallen in de kolommen a en c vergeleken, dan blijkt, dat het grondpatroon A hierbij steeds een relatief hogere frequentie heeft, vooral in de groep, waar op het voorachterwaartse canalogram geen afwijkingen voor het betrokken niveau zijn vastgesteld.

Wordt het gehele materiaal verdeeld in een groep, waar operatieve behandeling is ingesteld en een andere, waar dit niet heeft plaatsgevonden, dan blijken deze beide groepen in ongeveer dezelfde orde van grootte te liggen en wel uit 241 resp. 219 gevallen te bestaan. Worden deze beide groepen op dezelfde wijze geanalyseerd als voor het gehele materiaal is beschreven, dan blijkt allereerst, dat het aantal canalografische onderzoekingen, dat als mislukt moet worden opgegeven vrijwel gelijkelijk over beide verdeeld ligt. Anders liggen de getallen, die het aantal canalogrammen weergeven, waarop geen duidelijke afwijkingen zijn aangetroffen: deze worden allen in de groep van de niet geopereerde patiënten gevonden.

Het aantal gecodeerde niveaux bedraagt voor de groep geopereerden 305 en voor de niet geopereerden 270. Tezamen genomen zijn per groep 674, resp. 538 maal grondpatronen genoteerd. Deze getallen wijzen uit, dat het aantal vastgestelde grondpatronen per niveau berekend in de geopereerde groep iets hoger is gelegen, nl. 2,2 tegenover 1,9 in de groep der niet geopereerde patiënten.

In deze beide groepen is evenals in het gehele materiaal de frequentie van elk der grondpatronen alsmede van hun onderlinge combinaties bestudeerd. De procentuele uitkomsten ten aanzien van het aantal gecodeerde niveaux geven de indruk, dat de frequentie van de verschillende grondpatronen in de groep van geopereerde patiënten in het algemeen hoger ligt dan in de andere groep. Dit geldt zowel voor de grondpatronen op de voorachterwaartse, als die op de zijdelingse projectie en eveneens voor hun combinaties. Statistisch bewerkt [1] blijken deze verschillen echter niet significant te zijn, met uitzondering van de grondpatronen IIIa en IIId. In tegenstelling tot het laatstgenoemde vormt IIIa echter een grensgeval met een overschrijdingskans van 0,06.

Ten aanzien van het op zichzelf voorkomen van de verschillende grondpatronen op de voorachterwaartse opnamen kunnen gelijksoortige verschillen tussen de groep van geopereerde en van niet geopereerde gevallen worden opgemerkt. Wordt per grondpatroon berekend hoe de verhouding van de op zichzelfstaande afwijking ten opzichte van haar totale frequentie bedraagt, dan lijkt deze voor de grondpatronen I, IIa en IIb ten gunste van de niet geopereerde groep uit te vallen. Statische berekening leert, dat dit verschil slechts voor het grondpatroon I significant kan worden genoemd.

Voor de overige grondpatronen ligt de verhouding juist andersom met een voorkeur voor de geopereerde groep. Ook hier kan slechts voor één grondpatroon nl. IIIa een significante waarde worden berekend.

De frequenties der onderlinge combinaties blijken geen significante verschillen te tonen, indien de geopereerde met de niet geopereerde gevallen worden vergeleken.

Uit deze uitkomsten blijkt, dat canalografisch slechts geringe kwalitatieve en kwantitatieve verschillen tussen de groepen van geopereerde en niet geopereerde patiënten bestaan. De indicatie tot operatie wordt behoudens in twijfelgevallen door het klinische beeld bepaald, waaraan de canalografische bevindingen uiteraard wel steun verlenen. Wellicht heeft deze factor hierin een rol gespeeld, zodanig dat in het algemeen iets

[1] De uitkomsten van de statische bewerking van het canalografische materiaal zijn alle gecontroleerd in het Instituut voor Theoretische Biologie te Leiden (Directeur: Prof. Dr. H. R. VAN DER VAART). De resultaten zijn significant genoemd, indien de met behulp van de χ^2 tabel verkregen overschrijdingskansen kleiner waren dan 0,05.

hogere procentuele waarden der verschillende grondpatronen en hun combinaties in de geopereerde groep zijn gevonden.
Voorts is onderzocht of op niveaux, waar tijdens operatie wel degelijk ziekelijke aandoeningen zijn vastgesteld, het canalografische onderzoek te kort is geschoten in het verschaffen van informaties in deze richting. Deze omstandigheid is inderdaad in zeven gevallen geconstateerd. Zonder uitzondering zijn hier caudaal van het canalografisch negatieve niveau andere afwijkingen gevonden, zoals sterk prominerende discusprolapsen, benige wervelboogstenosen en — bij enkele heroperaties — uitgebreide peridurale vergroeiingen. Deze operatief vastgestelde afwijkingen hebben zich canalografisch gewoonlijk met het grondpatroon IIIa afgetekend (zes gevallen). Hierboven is derhalve geen verdere uitbreiding van de contraststof zichtbaar. In het zevende geval wordt op het canalogram ter hoogte van een grote discusprolaps bij L IV - L V het grondpatroon IIIc gezien. Craniaal hiervan is te weinig contrastmateriaal doorgedrongen om nog een duidelijk beeld van de wervelboogstenose uitgaande van L III in zicht te brengen. Door de genoemde afwijkingen is een hoger opstijgen van de contraststof verhinderd, waardoor op hogere niveaux canalografisch geen aanwijzingen voor de andere afwijkingen aan de dag zijn getreden.
Men kan zich ook het omgekeerde afvragen: zijn op niveaux, waar bij operatie geen pathologische bevindingen werden gevonden, canalografisch wèl afwijkingen geconstateerd.

Zoals uit het algemene overzicht van het materiaal is gebleken, heeft slechts bij één patiënt een volledig negatieve exploratie plaatsgevonden. Helaas is in dit geval het canalografische onderzoek mislukt. De indicatie tot operatie werd in dit geval gesteund, doordat de Lipiodolmyelografie aanwijzingen voor het bestaan van een discusprolaps leek te geven.

In de eerste plaats dienen vijf gevallen te worden vermeld, waarin ter hoogte van canalografische afwijkingen geen operatieve exploratie heeft plaatsgevonden. In vier hiervan wordt dit niveau bepaald door de tussenwervelschijf tussen de derde en vierde lendenwervel en in één geval door het grensgebied van de eerste en tweede sacrale geleding. In alle gevallen liggen deze niveaux buiten het gebied, dat bij elke operatieve ingreep in deze streek als regel wordt geinspecteerd. In drie gevallen is de canalografische afwijking slechts door het grondpatroon A gekenmerkt. Zoals reeds bij de beschrijving hiervan is opgemerkt, is het lang niet zeker, dat dit kenmerk, wanneer het op zichzelf staande voorkomt, steeds een pathologische betekenis heeft. Waarschijnlijk valt het als variatie nog vaak binnen physiologische grenzen. In elk geval is de afwijking in deze gevallen zo weinig indrukwekkend geweest, dat het niet tot operatieve exploratie van het betrokken niveau aanleiding heeft gegeven.

In één der beide overige gevallen is op de grens van de eerste en tweede sacrale geleding inderdaad een overtuigende afwijking vastgesteld, gekenmerkt door een combinatie der grondpatronen I, IIa en A. Bij deze patiënt is een benige stenose van de boog van L V verwijderd, die de durale zak op duidelijke wijze comprimeerde en tevoren canalografisch reeds tot uiting was gekomen. Deze afwijking is gepaard gegaan met een drempelvorming van de lumbosacrale tussenwervelschijf, alsmede een peridurale vergroeiing op dit niveau. In het andere geval is het aanbod van de contraststof ter hoogte van de tussenwervelschijf van L III en L IV gering geweest. Toch geeft de contrastschaduw hier afwijkingen te zien en wel als een combinatie van de grondpatronen I en IIId. Operatief is een weke drempelvormige discusprolaps tussen L V en S I vastgesteld en verwijderd. In deze beide gevallen is het achteraf gezien te betreuren, dat de operatieve exploratie niet uitgebreider heeft plaatsgevonden en de betrokken niveaux mede zijn geinspecteerd.

In zes gevallen is canalografisch slechts het grondpatroon A waargenomen, terwijl bij operatieve exploratie van deze niveaux een negatieve bevinding is gedaan. Het grondpatroon is in deze gevallen slechts in lichte mate tot uiting gekomen.

Reeds enkele malen is erop gewezen, dat gevallen, die zich slechts door het grondpatroon A kenmerken zeer goed mogelijk binnen de physiologische variatiebreedte vallen. De operatief negatieve bevinding in deze zes gevallen vormen hiervoor een ondersteunend argument. Een merkwaardig feit treedt bij drie andere gevallen aan het licht. Canalografisch worden deze alle gekenmerkt door het grondpatroon IIIc, dat overigens in niet al te uitgesproken vorm zichtbaar is geworden. In twee gevallen is het niveau van deze afwijking door de lumbosacrale en in het derde door de tussenwervelschijf van L IV-L V bepaald. In een geval is IIIc als enig kenmerk waargenomen, terwijl in de beide andere een combinatie met I resp. B is gezien. In deze drie gevallen is in het operatieverslag melding gemaakt van een opvallende hoeveelheid periduraal vet, dat voor een niet onaanzienlijk gedeelte tussen de voorzijde van het wervelkanaal en de durale zak is gevonden. Deze vermelding behoort als zodanig tot de uitzonderingen. Wel wordt bij de operatieve inspectie op laag lumbale en lumbosacraal niveau regelmatig periduraal vetweefsel aangetroffen, doch bijna nooit is de hoeveelheid van dien aard geweest, dat hiervan in het operatieverslag melding is gemaakt, zoals in de bovenstaande drie gevallen. Het lijkt derhalve wel waarschijnlijk, dat het grondpatroon IIIc in samenhang hiermee moet worden gezien.

In een drietal andere gevallen is de operatieve exploratie negatief uitgevallen in tegenstelling tot het belendende niveau eronder. Op de operatief negatieve niveaux zijn respectievelijk de volgende canalografische af-

wijkingen vastgesteld: I, IIa met een geringe uitbeelding van A, IIb en in dubieuze mate I. In al deze gevallen is de waarde van deze bevindingen, die voor één niveau zijn genoteerd, slechts betrekkelijk; ze bevinden zich namelijk in een gebied, waar de contrastkolom zich in de betrokken helft over de afstand van een tweetal segmenten met een verminderde schaduwintensiteit afbeeldt. Het is in deze gevallen waarschijnlijk, dat de onvoldoende schaduwvorming aan een zijde veroorzaakt wordt door de operatief vastgestelde afwijking op het belendende niveau. Deze kan op haar beurt weer verantwoordelijk worden gesteld voor de canalografische afwijking op haar eigen niveau, alsmede in het craniaal ervan gelegen gebied.

Hiernaast moeten een negental gevallen worden genoemd, waar op operatief negatieve niveaux canalografische afwijkingen zijn vastgesteld, zonder dat hiervoor een duidelijke verklaring mogelijk is. In acht dezer gevallen is ter hoogte van de belendende tussenwervelschijf een duidelijke discusprolaps aangetroffen, in een viertal ervan zelfs gecombineerd met peridurale vergroeiingen, uitgezette venen of en osteochondrotische veranderingen. In het negende geval zijn perineurale cysten uitgaande van het derde paar sacrale wortels aangetroffen en operatief behandeld.

Van zes gevallen hiervan dient echter met nadruk te worden vastgesteld, dat de waargenomen vaak op zichzelf staande grondpatronen als zeer lichte afwijkingen zijn gewaardeerd en dat de beschrijving ervan veelvuldig met de opmerking: dubieus, heeft plaatsgehad. Wel heeft in deze gevallen zekerheidshalve een operatieve exploratie van de betrokken niveaux plaatsgevonden, maar op grond van de inmiddels opgebouwde ervaring is het nimmer een verrassing geweest aldaar geen duidelijke afwijkingen te constateren.

Er blijven tenslotte drie gevallen over, waarin de canalografische afwijkingen zich op duidelijke wijze hebben gemanifesteerd en wel als het grondpatroon I, steeds aan één zijde gelocaliseerd, zonder dat een ander grondpatroon in combinatie hiermede is waargenomen. De afwijking is in deze gevallen zo duidelijk, dat wij ons afvragen of hier geen afwijking over het hoofd is gezien (of in het operatieverslag niet is genoteerd). Hoewel we ons hierbij op speculatieve paden begeven, is in deze gevallen de mogelijkheid van een periradiculaire vergroeiing te overwegen, die zelfs in lichte gevallen reeds een verbreiding van de peridurale contraststof ter plaatse kan verhinderen. In zekere zin wordt hierin steun verleend door het hierboven als negende genoemde geval, waar operatief sacrale wortelcysten zijn vastgesteld. Bij deze patiënt is elders tevoren door middel van een lumbale punctie Lipiodol in de liquorruimte ingespoten. Een deel hiervan is — blijkens de controlefoto's — in de peridu-

rale ruimte geraakt. Het is zeer goed denkbaar, dat hierdoor reacties tot stand zijn gekomen, die tot plaatselijke vergroeiingen in de peridurale ruimte aanleiding hebben gegeven.

SAMENVATTING

In dit hoofdstuk wordt de werkwijze uiteengezet voor de analyse der canalografische afwijkingen in de verschillende groepen van patiënten, waar bepaalde operatieve bevindingen zijn gedaan. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een uit vier onderdelen samengestelde tabel, waarin voor elke groep de frequentie van de verschillende grondpatronen, van hun onderlinge combinaties, alsmede van het op zichzelf voorkomen ervan kunnen worden aangetekend. De samenstelling van een dergelijke tabel wordt uitvoerig beschreven, alsmede de toepassing ervan voor het gehele canalografisch onderzochte patiëntenmateriaal. Dit omvat 424 gevallen. In 36 andere gevallen (7,8 %) is de ingreep mislukt. De oorzaken hiervan worden vermeld.

Het canalografisch onderzochte materiaal is in twee groepen verdeeld, nl. geopereerde en niet-geopereerde patiënten. De frequentie der grondpatronen in deze beide groepen is onderling vergeleken. Hierbij is gebleken, dat alleen voor de grondpatronen IIIa en IIId een significant verschil is gevonden met een voorkeur voor de groep van de geopereerde patiënten. Beschouwt men de frequenties van de op zichzelf staande grondpatronen, dan wordt een significant verschil voor I met de voorkeur voor de niet-geopereerde groep gevonden, terwijl dit voor IIIa ten aanzien van de groep van geopereerde patiënten blijkt te gelden.

Het canalografisch onderzoek is in zeven gevallen tekort geschoten, doordat het canalogram geen afwijking heeft kunnen tonen op niveaux, waar bij operatie wel een ziekelijke aandoening bleek te bestaan.

In al deze gevallen kan hiervoor een verklaring worden gegeven.

Voorts zijn 21 gevallen vermeld, waar bij operatieve exploratie van een bepaald niveau geen afwijkingen zijn aangetroffen, zulks in tegenstelling tot hetgeen het canalografische beeld deed verwachten. Overigens zijn bij al deze patiënten op belendende niveaux wel ziekelijke afwijkingen operatief vastgesteld en behandeld. In 3 van de 21 gevallen is het verwarrende canalografische beeld zelfs met de caudaal ervan gelegen afwijking in verband te brengen, doordat deze aandoening het opstijgen van het ingespoten contrast heeft belemmerd en aldus een onvolkomen beeld tot stand is gekomen.

In 6 gevallen is de canalografische afwijking slechts door het grond-

patroon A bepaald en dan nog wel in lichte mate. Vermoedelijk vallen deze bevindingen nog onder de normale vormvariaties.
In 3 gevallen is het grondpatroon IIIc in lichte tot matige uitbeelding aangetroffen, eenmaal in combinatie met I en eenmaal samen met B. In deze drie gevallen is praeduraal zo'n uitzonderlijke hoeveelheid vet aangetroffen, dat dit in het operatieverslag is vermeld en als vermoedelijke oorzaak ervan moet worden beschouwd.
Voor 9 gevallen tenslotte is geen aannemelijke verklaring gevonden. In 6 ervan zijn de grondpatronen slechts in lichte mate aan de dag getreden; in de 3 overige echter treedt het grondpatroon I echter op onomstotelijke wijze naar voren.

a) *Canalografische afwijkingen bij discusprolaps.*

Ter bestudering van de canalografische afwijkingen bij discusprolaps is een groep van 85 patiënten uit het geopereerde materiaal geselecteerd. Bij al deze patiënten zijn bij operatieve exploratie slechts één of meer discusprolapsen vastgesteld. Hiermede wordt bedoeld, dat de operatief gevonden aandoening, niet door andere afwijkingen gecompliceerd is geweest, zoals: peridurale en periradiculaire vergroeiingen, flankerende osteochondrotische botwoekeringen, spina bifida occulta, benige wervelboogstenose etc.

Deze 85 patiënten zijn op 103 niveaux wegens discusprolaps geopereerd. De hierbij gevonden canalografische afwijkingen zijn volgens de beschreven coderingsmethode in grondpatronen ontleed. Tabel IX geeft de frequentie van de verschillende grondpatronen, alsmede van hun onderlinge combinaties, procentueel weer. De procentuele waarden zijn naar het aantal gecodeerde niveaux berekend.

Uit deze getallen blijkt, dat de defecte worteltekening (grondpatroon I) veruit het meest voorkomt, zowel in combinatie met andere grondpatronen als op zichzelf staande. Daarnaast worden de grondpatronen IIa en IIIc veelvuldig waargenomen.

Vergelijkt men op de voorachterwaartse opname de eenzijdige afwijkingen van de centrale contrastzuil met die, welke de gehele kolom betreffen, dan blijkt de frequentie dezer beide groepen vrijwel gelijk te zijn (41,7 resp. 41,8 %). In de eerstgenoemde groep overweegt de eenzijdige inbochting (IIa) echter in sterke mate ten opzichte van de plaatselijke intensiteitsvermindering aan de zijkant van de centrale schaduw (IIb) (33,0 tegenover 8,7 %). In de tweede groep domineert de taillering van de centrale contrastkolom (IIIc) met een percentage van 22,3. Hierop volgt de intensiteitsverzwakking van de gehele centrale schaduw (IIIb) met 10,7 %.

Aanzienlijk lager ligt de frequentie van de onderbreking (IIIa) resp. de intensiteitsverzwakking van middenzone van de centrale schaduw (IIId). Hiervoor zijn de percentages van 4,9 en 3,9 gevonden.

Voor het grootste deel zijn deze verschillende grondpatronen in onderlinge combinaties aangetroffen. Hierbij valt op, dat vooral de combinatie van de defecte worteltekening met de andere grondpatronen door hoge

TABEL IX. *Canalografische afwijkingen in gevallen, waar operatief slechts discusprolapsen zijn vastgesteld; frequentie der grondpatronen procentueel aangegeven.*

I	73,8						
IIa	30,1	33,0					
IIb	5,8	1,0	8,7				
IIIa	1,9	—	—	4,9			
IIIb	5,8	1,0	—	—	10,7		
IIIc	20,4	—	—	—	1,0	22,3	
IIId	1,9	—	1,9	—	1,0	1,0	3,9
	I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IIId

A	26,2	10,7	3,9	1,9	3,9	10,7	2,9	35,0
B	23,3	9,7	2,9	1,0	2,9	7,8	1,0	27,2

I	7,8	4,9	
IIa	2,9	—	
IIb	1,0	1,0	
IIIa	1,9	1,0	
IIIb	2,9	1,9	0
IIIc	1,9	—	
IIId	1,0	—	

A	12,6	0	—
B	6.8		—

aantal patiënten: 85 geen duidelijke afwijkingen: — aantal afwijkende niveaux: 103

waarden wordt weergegeven. Hiervan treft vooral de combinatie met IIa en IIIc in 30,1 resp. 20,4 %. Voor de andere grondpatronen worden aanzienlijk lagere getallen gevonden, waarvan alleen voor IIb en IIIb percentages blijken te bestaan, die boven 5 uitkomen. De andere onderlinge combinaties in de voorachterwaartse projectie overschrijden de waarde van 1,9 % niet.
Min of meer parallel hieraan spiegelt zich deze omstandigheid af aan de getallen, die het niet-gecombineerd voorkomen der verschillende grondpatronen op de voorachterwaartse opnamen weergeven. Per grondpatroon berekend, worden hiervoor de volgende waarden gevonden:

voor I in 17,1 %
voor IIa in 8,9 %
voor IIb in 22,2 %
voor IIIa in 60,0 %
voor IIIb in 45,5 %
voor IIIc in 8,7 %
en voor IIId in 25,0 %

Hieruit blijken vooral de grondpatronen IIa en IIIc de laagste waarden te bezitten voor het opzichzelf, niet-gecombineerd voorkomen.
In zijdelingse projectie manifesteren zich afwijkende beelden in 62,2 %. In 35,0 % betreft dit het grondpatroon A en in 27,2 % het grondpatroon B. Hieruit volgt, dat de frequentie van het grondpatroon I hier al ver boven uitsteekt en van IIa in dezelfde orde van grootte is gelegen, terwijl het grondpatroon IIIc dicht tot deze waarden nadert.
Deze oppervlakkige vergelijking leert reeds, dat de beoordeling van de canalografische beelden alleen in de zijdelingse projectie aanzienlijk minder informaties zal opleveren, dan wanneer tevens de voorachterwaartse opnamen zullen worden beoordeeld. In de inleiding tot de canalografie is er reeds op gewezen, dat bij vroegere studies de aandacht vooral het zijdelingse beeld heeft betroffen. Het behoeft derhalve geen verwondering te wekken, dat de onderzoekers destijds teleurgesteld zijn geworden in deze methode van onderzoek.
Wat de combinatie met de grondpatronen op het voorachterwaartse beeld betreft, worden eveneens de hoogste percentages gevonden voor I, IIa en IIIc. Dit volgt zowel uit de waarden, die in de tabel voor het totale aantal van de gecodeerde niveaux zijn genoteerd, als ook voor de percentages berekend naar het aantal gecodeerde grondpatronen op de zijdelingse opnamen.
Wordt deze groep als A en B tezamen genomen, dan blijken de volgende

percentages hiervan in voorachterwaartse projectie in combinatie voor te komen:

met I in 79,7 %
met IIa in 32,8 %
met IIb in 10,9 %
met IIIa in 4,7 %
met IIIb in 10,9 %
met IIIc in 29,7 %
en met IIId in 6,3 %

De combinatie met het grondpatroon I is derhalve wel zeer frequent, terwijl het samengaan met de grondpatronen IIa en IIIc hierop volgt in een duidelijk lager gelegen percentage van omstreeks 30.
De onderlinge verhouding der grondpatronen A en B ligt hierbij steeds, evenals voor het totale aantal geldt, iets ten gunste van A. Deze verhouding is duidelijk meer in de richting van het grondpatroon A verschoven, wanneer men de groep beoordeelt, waar slechts één grondpatroon op het voorachterwaartse canalogram met een afwijking op het zijdelingse is gecombineerd. Dit komt in 31,3 % van de groep der zijdelingse afwijkingen voor; in bijkans 2/3 hiervan geldt dit voor het grondpatroon A en in slechts 1/3 voor B.
Opvallend is voorts, dat de zijdelingse grondpatronen nooit zijn aangetroffen zonder dat het voorachterwaartse beeld enige canalografische afwijking toont.
Het omgekeerde, nl. de manifestatie van grondpatronen op de voorachterwaartse opname zonder dat deze op het zijdelingse beeld met A of B gecombineerd zijn, komt daarentegen wel voor. Dit blijkt echter steeds geringe percentages te betreffen.
Samengevat kan worden gezegd, dat de canalografische afwijkingen bij discusprolaps op de voorachterwaartse opnamen vooral door de grondpatronen I, IIa en IIIc worden gekenmerkt. Van de afwijkingen in zijdelingse projectie heeft het grondpatroon A een iets hogere frequentie dan het grondpatroon B. In de groep echter waarin de gevallen van combinatie van de zijdelingse afwijkingen met slechts één grondpatroon op de voorachterwaartse opname zijn samengebracht, overweegt het grondpatroon A op duidelijke wijze ten opzichte van B. De totale frequentie van het grondpatroon A komt vrijwel overeen met die van IIa, terwijl het grondpatroon B zich in dit opzicht tussen IIa en IIIc bevindt.
De combinatie van de grondpatronen op de zijdelingse met die op de voorachterwaartse opname blijkt vooral voor I een hoge waarde te bezitten. Lagere doch niet onbelangrijke frequentie bestaan voor IIa en IIIc. Terwijl de grondpatronen op de voorachterwaartse opname (in overigens lage percentages) geheel op zichzelf kunnen voorkomen, zonder

dat in zijdelingse projectie afwijkingen zichtbaar zijn, is het omgekeerde voor de grondpatronen op de zijdelingse opname niet waargenomen.
Wanneer men de canalografische afwijkingen op de niveaux van de verschillende tussenwervelschijven onderling wil vergelijken, dan kunnen twee groepen van een bruikbare grootte worden opgesteld, nl. 43 discusprolapsen ter hoogte van L IV - V en 58 ter hoogte van L V - S I.
Indien men de canalografische afwijkingen in beide groepen analyseert en de frequentie der grondpatronen, met en zonder onderlinge combinaties, berekent, dan blijken er geen significante verschillen te bestaan.
Een ander probleem wordt gevormd door de vraag of de localisatie van de discusprolaps op één niveau zich op verschillende wijze canalografisch kan manifesteren. Men kan zich anders gezegd afvragen of de grondpatronen in een andere frequentie tot uiting komen in gevallen van een lateraal gelegen discusprolaps in vergelijking met de gevallen, waar de prolaps zich tot het mediane gebied beperkt of zich over de gehele breedte van de tussenwervelschijf uitbreidt. Het stuit op moeilijkheden de laatste twee categorieën tot aparte groepen te formeren. Veelvuldig zet zich een prolaps, die in het mediane gebied het sterkst uitpuilt naar beide zijden voort onder de vorming van een drempel.Ongetwijfeld wordt hetzelfde waargenomen bij prolapsen, die hun sterkste uitpuiling in het laterale gebied van de tussenwervelschijf tonen, doch de onderscheiding ten opzichte van een gelijkmatige discale drempelvorming is hier toch aanzienlijk gemakkelijker te maken.
Er zijn aldus twee groepen gevormd, één van 69 discusprolapsen met een laterale localisatie en een andere van 33 gevallen zonder lateralisatie. Een geval van twee coëxistente laterale prolapsen op één discaal niveau is hier buiten beschouwing gelaten. Uit deze getallen volgt overigens zonder meer, dat de discusprolapsen met overwegend laterale localisatie sterk in de meerderheid zijn, althans in de geopereerde gevallen. De frequentie der canalografische grondpatronen in deze twee groepen is in de tabellen X en XI vastgelegd. Bij onderlinge vergelijking springen een aantal duidelijke verschillen in het oog. Deze betreffen voornamelijk de defecte worteltekening (I) en de eenzijdige indeuking van de centrale contrastkolom (IIa). Worden enerzijds het grondpatroon I en de eenzijdige defecten van de centrale contrastzuil (IIa en IIb samen) en anderzijds de afwijkingen, die aan de centrale contrastkolom min of meer symmetrisch tot uiting komen (IIIa, IIIb, IIIc en IIId) in de beide groepen vergeleken, dan valt voor de grondpatronen I en II een evident verschil waar te nemen. Dit moge blijken uit de volgende reeks getallen, die voor de lateraal gelocaliseerde resp. de niet-lateraal gelocaliseerde discusprolapsen de percentages ten opzichte van de gecodeerde niveaux voorstellen:

I 82,6 - 54,5 II 50,6 - 24,2 III 40,5 - 45,4

TABEL X. *Canalografische afwijkingen bij 69 laterale discusprolapsen; frequentie der grondpatronen procentueel aangegeven.*

I	82,6						
IIa	39,1	43,4					
IIb	5,8	1,4	7,2				
IIIa	1,4	—	—	1,4			
IIIb	7,2	1,4	—	—	10,1		
IIIc	21,7	—	—	—	1,4	23,2	
IIId	2,9	—	2,9	—	1,4	1,4	5,8

I	7,2	4,3	
IIa	4,3	—	
IIb	—	—	
IIIa	—	—	0
IIIb	1,4	1,4	
IIIc	1,4	—	
IIId	1,4	—	

	I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IIId	
A	29,0	13,0	4,3	1,4	4,3	8,7	4,3	36,2
B	29,0	13,0	1,4	—	2,9	11,6	—	30,4

A	11,6	0	—
B	4,3		—

TABEL XI. *Canalografische afwijkingen bij 33 niet laterale discusprolapsen; frequentie der grondpatronen procentueel aangegeven.*

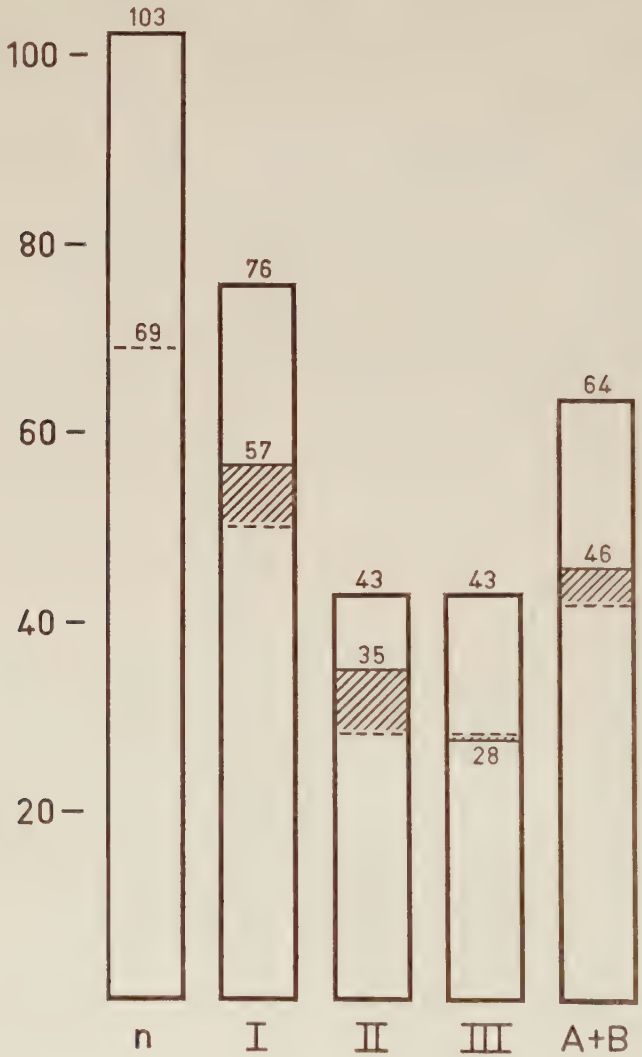
I	54,5						
IIa	12,1	12,1					
IIb	6,1	—	12,1				
IIIa	3,0	—	—	12,1			
IIIb	3,0	—	—	—	12,1		
IIIc	18,2	—	—	—	—	21,2	
IIId	—	—	—	—	—	—	—

	I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IIId	
A	21,2	6,1	3,0	3,0	3,0	15,2	—	33,3
B	12,1	3,0	6,1	3,0	3,0	—	—	18,2

I	6,1	6,1	
IIa	—	—	
IIb	3,0	3,0	
IIIa	6,1	3,0	0
IIIb	6,1	3,0	
IIIc	3,0	—	
IIId	—	—	

A	15,2	0	—
B	9,1		—

Uit deze waarden kan statistisch worden berekend, dat de verschillen tussen de beide groepen voor de grondpatronen I en II significant zijn. Voor III is dit echter niet het geval. Evenmin geldt dit voor de afwijkingen, die op het zijdelingse beeld worden waargenomen (A en B).



In absolute getallen komt ditzelfde verschil in het bovenstaande diagram tot uiting. Hierin zijn vijf zuilen afgebeeld. Van links naar rechts hebben deze betrekking op de gehele groep van ongecompliceerde discusprolapsen, resp. op de grondpatronen I, II (IIa + IIb), III (IIIa + IIIb + IIIc + IIId) en de grondpatronen A en B. De lengte van elke zuil komt

verhoudingsgewijze overeen met het respectievelijke aantal. Voor de meest links geplaatste zuil bedraagt dit getal 103, zijnde het aantal operatief gevonden discusprolapsen in deze groep. Een horizontale onderbroken streep bij 69 geeft de scheidingslijn weer van de discusprolapsen met laterale localisatie, die zich hieronder bevinden; het hierboven gelegen stuk van de zuil heeft betrekking op de discusprolapsen zonder uitgesproken laterale localisatie.
De verhouding van 69 : 33 is in de andere vier zuilen eveneens aangebracht en wel door middel van een onderbroken lijntje. Tevens is in deze zuilen door een getrokken lijn aangegeven, welk gedeelte van het grondpatroon bij de lateraal resp. de niet lateraal gelocaliseerde discusprolapsen is aangetroffen; onder de getrokken lijn bevindt zich het aantal, dat bij de lateraal gelegen prolapsen is gevonden en er boven het aantal, dat voor de niet laterale prolapsen is gecodeerd.
Beziet men de verschillende zuilen nader, dan valt voor de tweede en derde van links af gerekend (betr. grondpatroon I en II) op, dat de grondpatronen in de groep van de lateraal gelegen discusprolapsen hier in een hogere frequentie voorkomen, dan met de numerieke verhouding van de laterale ten opzichte van de niet laterale prolapsen overeenstemt. In mindere mate wordt hetzelfde voor de grondpatronen op het zijdelingse beeld (de meest rechtse zuil) gezien. In tegenstelling tot de beide eerstgenoemde grondpatronen I en II, is dit verschil echter niet significant. Hetzelfde geldt voor III; in de hierop betrekking hebbende zuil ligt de getrokken lijn dicht onder de onderbroken streep.
Beziet men de groep der eenzijdige defecten van de centrale contrastkolom (II) nader, dan blijkt speciaal het grondpatroon IIa een hogere frequentie te bezitten ten aanzien van de lateraal gelegen discusprolapsen. Statistische berekening leert, dat het verschil in frequentie van IIb tussen de beide groepen van discusprolaps geen significante waarde bezit. In de groep van de vrijwel symmetrische afwijkingen van de centrale contrastzuil (III) wordt voor de grondpatronen IIIb en IIIc in de beide groepen van discusprolapsen een vrijwel gelijke frequentie berekend. Een opmerkelijk verschil wordt voor de grondpatronen IIIa en IIId waargenomen: de onderbreking van de centrale contrastkolom wordt in de groep van de niet lateraal gelocaliseerde discusprolapsen aanzienlijk frequenter aangetroffen, terwijl de mediaan gelegen intensiteitsvermindering van de centrale schaduw in dezelfde groep niet is waargenomen. Het ligt voor de hand uit het bovenstaande te concluderen, dat de lateraal gelocaliseerde discusprolaps een voorkeur toont om zich canalografisch door een — defecte worteltekening en een eenzijdige indeuking van de centrale contrastschaduw kenbaar te maken, hetgeen uiteraard in de lijn der verwachting heeft gelegen. De niet strikt lateraal gelegen

discusprolaps daarentegen blijkt zich niet zozeer door het op de voorgrond staan van andere grondpatronen te kenmerken. Dit volgt oa. uit de frequentie van het grondpatroon IIIc, die voor de discusprolaps in het algemeen en in de beide ondergroepen vrijwel dezelfde waarde heeft. Voor de groep van de niet overwegend lateraal gelocaliseerde discusprolapsen wordt slechts ten aanzien van de onderbreking van de centrale contrastkolom een significant hogere frequentie waargenomen. Dit grondpatroon is in het algemeen echter betrekkelijk weinig frequent, zoals uit tabel IX kan worden afgelezen. Ten aanzien van de afwijkingen op het in zijdelingse richting genomen canalogram blijkt het grondpatroon A in de beide ondergroepen van discusprolaps met een vrijwel zelfde percentage voor te komen; dit getal komt met de frequentie overeen, die voor het gehele materiaal van discusprolaps geldt. Het grondpatroon B daarentegen is voor de niet lateraal gelocaliseerde discusprolapsen lager genoteerd. Dit verschil blijkt bij nadere berekening echter niet significant te zijn.

Zoals hierboven reeds is opgemerkt, ligt het in de lijn der verwachtingen, dat de lateraal gelocaliseerde discusprolapsen overwegend gekenmerkt worden door overeenkomstig gelocaliseerde afwijkingen van het canalogram nl. door I en IIa. De verwachting, dat de niet lateraal gelocaliseerde prolapsen zich voornamelijk manifesteren door meer symmetrische afwijkingen is echter niet uitgekomen, behalve voor wat het grondpatroon IIIa betreft. Hierbij dient men zich echter te bedenken, dat de laterale localisatie van de discusprolapsen veelal is vastgesteld op grond van een *voornamelijk* lateraal gelegen uitpuiling van een tussenwervelschijf, die bovendien over haar gehele breedte drempelvormig kan promineren. Er zijn zelfs een aantal gevallen te vermelden, waarin volgens de klinische symptomatologie ook aan de andere zijde in lichte mate radiculaire verschijnselen hebben bestaan.

Overigens zij opgemerkt, dat bij de operatieve exploratie van de betrokken tussenwervelschijf eerst aan die zijde wordt geopereerd, waar de patiënt de meeste klachten heeft. Hierdoor is het in het geheel niet uitgesloten, dat de eventuele uitpuiling aan de andere zijde reeds tot verdwijnen is gebracht, voordat aldaar tot exploratie wordt overgegaan. Omgekeerd is het opgevallen, dat in de gevallen, waarin bij de operatieve exploratie geen uitgesproken laterale localisatie van de discusprolaps is vastgesteld, terwijl het canalografische beeld hiervan wel blijk heeft gegeven, de klinische symptomatologie in haar lateralisatie veelal met de röntgenologische bevindingen overeen heeft gestemd.

Met deze toelichting voor ogen wordt het duidelijk, dat de verwachting, dat de grondpatronen III in de ondergroep van voornamelijk lateraal gelocaliseerde discusprolapsen een lagere frequentie zouden bezitten dan

in de ondergroep der niet gelateraliseerde protrusies, te hoog gespannen is geweest.
Teneinde een en ander aan geselecteerd materiaal nader te toetsen, zijn de gevallen van discusprolaps, die in het operatie-verslag als opvallend groot zijn beschreven, in twee groepen samengenomen; evenals hierboven het geval is geweest, vertegenwoordigt de ene groep de prolapsen met een voornamelijk laterale localisatie, terwijl in de andere groep de prolapsen met een grote min of meer gelijkmatige drempel ofwel met voornamelijk mediane localisatie zijn ondergebracht. Deze beide groepen verschillen zeer sterk in grootte en worden door 33, resp. 4 gevallen gevormd. Van de 33 lateraal gelegen prolapsen zijn er 11 naar het wervelkanaal geperforeerd. Onder de vier gevallen uit de andere groep is één geperforeerde waargenomen.

De localisatie brengt in de eerste groep met zich mede, dat de geperforeerde nucleus pulposus gewoonlijk de ter plaatse afgaande wortel comprimeert. Dit is vooral het geval indien de perforatie juist onder de wortel is gelegen en deze opdrukt. Zoals te verwachten is, uit deze omstandigheid zich klinisch neurologisch veelal door uitgesproken monoradiculaire uitvalsverschijnselen.
Een grote perforatie in het mediane gebied leidt daarentegen tot een compressie van de caudavezels, waardoor een min of meer volledig caudasyndroom tot stand komt. Deze omstandigheid heeft zich in het hierboven vermeld geval voorgedaan (afb. 37).

Wanneer de groep van 33 gevallen van voornamelijk lateraal gelocaliseerde grote discusprolapsen canalografisch nader wordt bestudeerd, dan blijken de volgende frequenties van de verschillende grondpatronen te worden gevonden:

I	:	32 ×
IIa	:	19 ×
IIb	:	1 ×
IIIa	:	1 ×
IIIb	:	2 ×
IIIc	:	9 ×
IIId	:	——
A	:	11 ×
B	:	12 ×

Statistisch berekend ligt de frequentie van de grondpatronen I en IIa significant hoger dan in tabel X voor de gehele groep van lateraal gelegen prolapsen is af te lezen. Dit lijkt in geringe mate tevens voor IIIc te gelden, doch nadere berekening leert, dat hieraan geen significante waarde mag worden verbonden; hetzelfde geldt eveneens voor de frequentie der grondpatronen A en B. Geconcludeerd kan worden, dat de frequenties van de grondpatronen I en IIa, die in de ondergroep van de

lateraal gelocaliseerde prolapsen reeds opvallend hogere waarden bezitten dan in de gehele groep van discusprolapsen, in de gevallen van opvallend sterke uitpuiling op nog meer geprononceerde wijze naar voren treden.
Bezien we hiernaast de kleine groep van grote discusprolapsen zonder overwegend laterale localisatie, dan wordt in drie van de vier gevallen een volledige onderbreking van de centrale contrastkolom waargenomen; in het vierde geval toont de centrale kolom ter plaatse een zeer sterke taillering, zodat in het mediane gebied nog slechts een smalle schaduw is overgebleven. In hetzelfde geval is beiderzijds de periradiculaire contrasttekening op dit niveau niet tot uitbeelding gekomen. Een defecte worteltekening is slechts in één van de drie andere gevallen eenzijdig geconstateerd.
Hoewel de grootte van deze groep voorzichtigheid gebiedt bij het maken van gevolgtrekkingen, dient er wel op te worden gewezen, dat in al de gevallen canalografische afwijkingen zijn gevonden, die de gehele centrale contrastkolom deformeren, waarbij de volledige onderbreking domineert.

Tenslotte zal getracht worden voor het tot stand komen der verschillende grondpatronen in de groep van discusprolapsen een verklaring te geven.
De uitpuiling van de tussenwervelschijf zal afhankelijk van haar localisatie de afgaande wortel, de durale zak of beide comprimeren. Hierdoor zal de peridurale ruimte, die zich normaliter tussen de durale zak resp. de afgaande wortel en de voorwand van het wervelkanaal bevindt, plaatselijk worden geoblitereerd. Vooral wanneer de prolaps een laterale localisatie bezit en van enige omvang is, zal de druk hierdoor uitgeoefend, zijn invloed verder naar dorsaal doen gelden. Hiermede wordt bedoeld, dat de wortel en het laterale gebied van de durale zak door de prolaps wordt opgedrukt, als gevolg waarvan de peridurale ruimte ook in de dorsolaterale arealen wordt afgesloten. Dit zal hier eerder tot stand komen dan bij een mediane localisatie, door de geringere dorsoventrale afmeting van het wervelkanaal in zijn laterale gebieden. Bij de canalografie zal de contrastverbreiding als gevolg hiervan op het betrokken discale niveau aan de laterale zijde worden belemmerd. Vindt dit, zoals geschetst, zowel aan de ventrale als aan de dorsolaterale zijde van de durale zak en de afgaande wortel plaats, dan ontstaat bij voorachterwaartse projectie op de röntgenopname een onderbreking of afwezig zijn van de worteltekening (I) tezamen met een eenzijdige indeuking van de centrale contrastkolom (IIa). Dit beeld wordt eveneens op de halfzijdelingse opname van de betrokken zijde duidelijk waargenomen (afb. 14 en 15, 17 en 18).

Wordt de druk van de discusprolaps voornamelijk op de wortel uitgeoefend, dan zal het grondpatroon I op de voorgrond staan of als enige afwijking worden gezien (afb. 12). Is de discale uitpuiling van dien aard, dat de periradiculaire en peridurale ruimte lateraal aan beide zijden wordt geoblitereerd, dan wordt hierdoor de taillering van de centrale contrastkolom (IIIc) duidelijk gemaakt (afb. 30 en 31). Gewoonlijk heeft de discale prolaps zich hierbij over de gehele breedte van de tussenwervelschijf uitgebreid. Alleen in de laterale zones is hij dan door de ruimtelijke verhoudingen aldaar in staat de peridurale ruimte te oblitereren. Uiteraard is hetzelfde mogelijk door twee laterale prolapsen uitgaande van één tussenwervelschijf. Zoals hiervoor reeds is vermeld, hebben we in dit materiaal slechts één zuiver geval van coëxistente discusprolapsen kunnen vaststellen.

Wanneer een laterale discusprolaps minder sterk naar dorsaal uitpuilt, kan men zich indenken, dat de afsluiting van de peridurale ruimte zich slechts langs de ventrale wand van het wervelkanaal zal voltrekken. In voorachterwaartse projectie zal dan slechts een plaatselijke intensiteitsvermindering van de centrale schaduw in haar laterale gebied te zien zijn (IIb). Tevens is het mogelijk, dat afhankelijk van de uitbreiding en localisatie van het proces, een verzwakking van de periradiculaire contrasttekening tot stand is gekomen. Breidt de intensiteitsverzwakking zich op deze wijze over de gehele breedte van de centrale schaduw uit, dan vindt het grondpatroon IIIb hiermede een verklaring. Een blokkering van de gehele peridurale ruimte, zowel langs de voorzijde als langs de dorsolaterale wanden van het wervelkanaal, zal slechts denkbaar zijn als gevolg van een massale prolaps over de gehele breedte of op zijn minst van een groot middengebied van de tussenwervelschijf. Hierdoor zal het grondpatroon IIIa op het canalogram tot stand komen.

Het grondpatroon IIId tenslotte kan geacht worden door een obliteratie in de middenzone van de praedurale ruimte te ontstaan (afb. 32). Hiervoor pleit, dat de witte middenlijn, waardoor de plica mediana dorsalis zich canalografisch afbeeldt, ongestoord door het gebied van de verzwakte centrale schaduw vervolgd kan worden.

De grondpatronen, die op de zijdelingse opnamen worden waargenomen, behoeven een minder uitvoerige verklaring. Het is uiteraard begrijpelijk, dat een naar dorsaal uitpuilende tussenwervelschijf tegen de voorzijde van de durale zak zal drukken en deze zal inbochten. De peridurale ruimte zal ter plaatse worden geoblitereerd. Vindt dit over een grote breedte plaats, dan zal de ventraal gelegen laag van contraststof aldaar worden onderbroken. In zijdelingse richting geprojecteerd zal dit als het grondpatroon B worden waargenomen. Aangezien de obliteratie van de praedurale ruimte vooral rond de top van de uitpuilende prolaps zal

hebben plaatsgevonden en in mindere mate langs de hellingen ervan, ziet men de ventrale contrastband vaak tot even onder de top naar dorsaal uitbochten. Aldus ontstaan twee contrastlippen, waartussen de onderbreking van de ventrale contrastband wordt gezien (afb. 35, 36 en 38). Is de uitpuiling van de tussenwervelschijf van dien aard, dat geen volledige obliteratie van de peridurale ruimte hiervan het gevolg is, dan zal de praedurale contraststof de gehele prolaps kunnen omhullen. In de zijdelingse projectie ziet men de ventrale contrastband zich dan over de top van de prolaps ononderbroken voortzetten (grondpatroon A, afb. 33 en 34).

Men dient zich hierbij echter wel te bedenken, dat in deze omstandigheden het grondpatroon B door A overdekt kan zijn. De peridurale ruimte kan immers alleen op de top van een niet al te brede prolaps geobliteerd zijn, terwijl onmiddellijk links en rechts hiervan de ruimte wel versmald doch niet opgeheven is. Ter weerszijden van de top zal de ventrale contrastband naar dorsaal worden uitgebocht, doch niet zijn onderbroken. Deze laatste configuratie kan in zijdelingse richting over de onderbreking van de praedurale contraststoffilm worden geprojecteerd, zodat hierdoor alleen het grondpatroon A zichtbaar wordt. Dat deze toestand inderdaad kan bestaan, is een enkele maal duidelijk gebleken in gevallen, waar twee contrastlippen zonder onderlinge samenhang (B) boven het grondpatroon A uitstaken (afb. 38). De mogelijkheid is niet uitgesloten, dat de lagere frequentie van het grondpatroon B in de ondergroep van de niet-lateraal gelegen discusprolapsen met deze omstandigheid samenhangt.

Tenslotte bestaat de mogelijkheid, dat de beide grondpatronen in het geheel niet zichtbaar worden, doordat ze in zijdelingse projectie overschaduwd worden door het overige, normaal lopende deel van de ventrale contrastband. Dit is alleen mogelijk, indien de prolaps van een beperkt gebied van de tussenwervelschijf uitgaat en geen al te grote omvang heeft gekregen, terwijl de discus hiernaast niet of nauwelijks uitpuilt.

SAMENVATTING

De canalografische afwijkingen bij discusprolaps zijn bestudeerd aan de hand van een groep van 85 patiënten, waarin deze afwijking op 103 niveaux operatief is behandeld. Deze groep is zodanig geselecteerd, dat geen andere afwijkingen het beeld van de discusprolaps hebben gecompliceerd. Op de voorachterwaartse opname blijkt het grondpatroon I

het meest frequent voor te komen. Hoewel het percentage hiervan lager ligt, komen in volgorde van frequentie hierna de grondpatronen IIa en IIIc. De overige grondpatronen bezitten een aanmerkelijk lagere frequentie. In onderlinge combinatie worden de hoogste percentages gevonden van I met IIa en I met IIIc.

De beide grondpatronen op de zijdelingse foto's komen in frequentie vrijwel met IIa overeen. Bestudeert men de combinaties dezer grondpatronen met die op de voorachterwaartse opnamen, dan worden frequenties gevonden, die met lagere waarden dezelfde volgorde van grootte hebben, als voor de grondpatronen in voorachterwaartse projectie in het algemeen gelden.

Nooit zijn de grondpatronen A of B aangetroffen, zonder dat het voorachterwaartse canalogram afwijkingen heeft getoond.

De canalografische afwijkingen blijken onafhankelijk te zijn van het discale niveau, waar de prolaps zich bevindt. Voorts is nagegaan of voor de laterale discusprolaps andere frequenties der verschillende grondpatronen zijn vastgesteld dan voor de prolapsen zonder overwegend laterale localisatie. Verwacht kan worden, dat in de eerste groep vnl. de grondpatronen I en II zullen worden gevonden, terwijl in de andere groep de grondpatronen III zullen overheersen.

De eerste veronderstelling wordt bij nadere analyse bevestigd; de tweede daarentegen komt niet uit. De waarschijnlijke reden hiervan wordt uitvoerig behandeld; vermoedelijk speelt hierbij de omstandigheid een rol, dat bij alle lateraal prolaberende tussenwervelschijven tevens drempelvorming heeft plaatsgevonden, waardoor het onderscheid tussen de beide groepen enigszins vervaagd is. Dit onderscheid treedt overigens duidelijker naar voren, wanneer overeenkomstige groepen worden gevormd van operatief vastgestelde opvallend grote discusprolapsen.

b) *Canalografische afwijkingen bij discusprolaps met flankerende osteochondrotische botlippen.*

In deze paragraaf zullen de canalografische afwijkingen worden beschreven bij een groep van discusprolapsen, die zich van de overige onderscheiden, doordat het in het wervelkanaal uitpuilende deel van de tussenwervelschijf geflankeerd wordt door botlippen. Deze randlijsten, die met de term 'posterior lipping' in de Anglo-Amerikaanse litteratuur worden aangeduid, kunnen als een locale osteochondrosis worden omschreven. Soms worden deze randlijsten als kleine opstaande botrandjes waargenomen, terwijl in andere gevallen de discale protrusie hierdoor voor een groot deel wordt overdekt.

HANRAETS (1959) geeft voor zijn materiaal een frequentie van 9 % zekere en 9 % waarschijnlijke gevallen op. Aangezien deze afwijking van de „zuivere" discusprolaps verschilt en bovendien de ontwikkeling van dit beeld mogelijk andere aspecten heeft, zijn de discusprolapsen, die door osteochondrotische botranden geflankeerd bleken te zijn, als een aparte groep tezamen genomen voor de beoordeling van het hierbij verkregen canalografische beeld. Ten aanzien van deze groep heeft de selectie weer zodanig plaatsgevonden, dat gevallen met andere afwijkingen hierin niet zijn opgenomen. Aldus is een groep gevormd van 24 patiënten met in totaal 27 discale niveaux, waarop de bovenomschreven afwijkingen operatief zijn aangetroffen. De hierbij gevonden canalografische afwijkingen zijn op de gebruikelijke wijze in grondpatronen ontleed. De procentuele frequenties hiervan, zowel van elk grondpatroon apart als van hun onderlinge combinaties, kunnen uit tabel XII worden afgelezen. De bestudering ervan leert, dat dezelfde grondpatronen het meeste voorkomen als in de groep van „zuivere" discusprolapsen het geval is, namelijk I, IIa en IIIc.

Van de beide eerstgenoemde kan worden gezegd, dat de procentuele frequentie bijkans gelijk is. Het grondpatroon IIIc daarentegen lijkt in deze groep van de discusprolapsen met osteochondrotische randlijsten aanzienlijk hoger te liggen. Statistisch berekend is het verschil ten opzichte van de waarde in tabel IX op de grens van significant (overschrijdingskans 0,052). Het verschil in de combinatie van I met IIIc blijkt echter niet significant te zijn.

Van de overige grondpatronen op de voorachterwaartse opname kunnen voor IIb en IIIa in de beide groepen vrijwel gelijke frequenties worden

TABEL XII. *Canalografische afwijkingen bij patiënten waar operatief discusprolapsen met flankerende osteochondrotische botranden zijn vastgesteld; frequentie der grondpatronen procentueel aangegeven.*

	I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IIId
I	70,4						
IIa	29,6	37,0					
IIb	7,4	—	11,1				
IIIa	—	—	—	3,7			
IIIb	—	—	—	—	—		
IIIc	33,3	—	3,7	—	—	40,7	
IIId	—	—	—	—	—	—	—

	I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IIId	
A	18,5	7,4	3,7	—	—	14,8	—	35,9
B	29,6	14,8	7,4	3,7	—	14,8	—	40,7

I	3,7	—	
IIa	7,4	—	
IIb	3,7	—	
IIIa	3,7	—	0
IIIb	—	—	
IIIc	3,7	3,7	
IIId	—	—	

A	11,1	0	—
B	11,1		—

aantal patiënten: 24

aantal afwijkende niveaux d.w.z. aantal localisaties: 27

vastgesteld. De grondpatronen IIIb en IIId daarentegen zijn in de groep met osteochondrotische veranderingen niet waargenomen. Het is niet duidelijk, welke betekenis hieraan moet worden gehecht.
De grondpatronen op de in zijdelingse richting gemaakte canalogrammen bezitten tezamen genomen in de beide groepen een vrijwel gelijke procentuele frequentie. In de groep der zuivere prolapsen overweegt het grondpatroon A, in de andere groep daarentegen het grondpatroon B. Deze verschillen blijken echter geen significante waarde te hebben.
Evenals in de groep der ongecompliceerde discusprolapsen is vastgesteld, blijken de grondpatronen op het zijdelingse beeld niet te worden gezien, wanneer de voorachterwaartse opname geen canalografische afwijking toont. Wel worden ze waargenomen indien een enkel grondpatroon op de voorachterwaartse foto zichtbaar is. In deze frequenties kunnen geen significante verschillen tussen de beide groepen worden gevonden.
Samengevat worden in vergelijking met de groep van de ongecompliceerde discusprolapsen slechts geringe verschillen waargenomen. Dezelfde grondpatronen bezitten in de beide groepen de hoogste frequenties. Opvallend is de hoge waarde voor IIIc en het niet voorkomen van IIIb en IIId in de hierbeschreven groep.

c) *Canalografische afwijkingen bij benige vernauwing van het lumbale wervelkanaal.*

In deze groep zijn 38 gevallen samengevat, waarin bij operatieve exploratie is opgemerkt, dat de wervelboog de durale zak in meerdere of mindere mate comprimeerde. Het betreft een afwijking, die waarschijnlijk door een ontwikkelingsstoornis is ontstaan. De betroffen patiënten zijn merendeels geopereerd wegens klachten en verschijnselen van radiculair karakter, waarbij de uitkomst van het klinisch neurologische onderzoek een discusprolaps heeft doen verwachten. Alleen in de gevallen, waar onder invloed van lopen een duidelijke provocatie der klachten en verschijnselen of dysbasie optrad, is tevoren met de mogelijkheid van een benige vernauwing van het wervelkanaal rekening gehouden (zie echter ook STEENWINKEL, 1959).
Overigens zijn in een aantal gevallen inderdaad discusprolapsen aangetroffen. Het bestaan van een benig vernauwd wervelkanaal is steeds eerst dan aangenomen, indien na de exstirpatie van de discusprolaps of de operatieve behandeling van andere afwijkingen, de wervelboog de durale zak nog duidelijk bleek te comprimeren. Het indrukken heeft meestal van dorsaal naar ventraal plaatsgevonden en kan durante operationem gemakkelijk door sondage onder de betrokken boog door worden vastgesteld. VERBIEST (1955) heeft de benige vernauwingen van het lumbale wervelkanaal door metingen bestudeerd en hierbij de voorachterwaartse afmeting als de meest afwijkende bevonden. Het indrukken van de lumbale zak kan door de gehele wervelboog in zijn cranio-caudale afmeting plaatsvinden. In een niet onbelangrijk aantal gevallen echter is het vooral de verdikte en soms wat naar ventraal omgebogen *craniale* rand van de wervelboog, die de durale zak indrukt. Dit is in 21 van de 43 stenoserende wervelbogen het geval gebleken. Deze afwijking wordt met behulp van een sonde opvallend duidelijk gevoeld.
In getallen uitgedrukt zijn in deze groep 38 patiënten ondergebracht. Het aantal gevonden stenoserende wervelbogen heeft hierbij 43 bedragen. Aangezien in een aantal gevallen de contraststof niet hoog genoeg is opgestegen, vallen hiervan 5 stenoserende bogen af, aangezien deze zich aldus aan de bestudering van canalografische afwijkingen hebben onttrokken.
Zoals reeds hierboven is vermeld, zijn bij de operatieve exploratie een aantal andere afwijkingen in de onmiddellijke nabijheid van de stenoserende wervelbogen aangetroffen en wel:

16 maal een discusprolaps,
3 maal een osteochondrotische benige drempel ter hoogte van een tussenwervelschijf,
4 maal een peridurale en/of periradiculaire vergroeiing en
6 maal uitgezette peridurale venen.

Bij 12 patiënten is de benige stenose van het wervelkanaal niet gecompliceerd geweest door andere afwijkingen. Ze is hierbij op 13 niveaux aangetroffen.

Aangezien de canalografische afwijkingen door een stenoserende wervelboog veroorzaakt, zich soms over de hoogte van een wervellichaam uitbreiden, zijn in een enkel geval twee discaal georiënteerde niveaux gecodeerd ten opzichte van een boog. Aldus zijn voor de 38 gevonden wervelboogstenosen in totaal 39 niveaux gecodeerd geworden.

Op de gebruikelijke wijze zijn de frequenties der verschillende grondpatronen procentueel berekend en in tabel XIII ondergebracht.

In vergelijking met de waarden voor de groep der ongecompliceerde discusprolapsen (tabel IX) vallen een aantal opmerkelijke verschillen in het oog. Terwijl de percentages van IIb, IIId en A vrijwel gelijk zijn, blijken de frequenties voor I, IIa en B bij de stenosen aanzienlijk lager te liggen. Deze verschillen zijn voor I en IIa significant met in beide gevallen een overschrijdingskans van 0,002. Voor het grondpatroon B blijkt het verschil echter niet significant te zijn. Bij vergelijking met de groep van discusprolapsen met flankerende botlippen wordt voor B wel een significant verschil gevonden.

Hiertegenover staan de grondpatronen IIIa, IIIb en IIIc met hogere percentages geboekt. Voor het laatstgenoemde grondpatroon is dit verschil echter niet hoog en het blijkt bij nadere berekening niet significant te zijn. De grotere frequentie van IIIa en IIIb blijkt echter zwaar significant verschillend te zijn. (overschrijdingskans van 0,00008 resp. minder dan 0,00001).

Het voorgaande kan worden samengevat door te zeggen, dat bij de discusprolapsen op de voorachterwaartse opnamen de grootste frequentie wordt gevonden voor de grondpatronen I, IIa en IIIc, terwijl dit bij de stenose voor I, IIIa, IIIb en IIIc geldt. De frequentie van I ligt hierbij echter aanzienlijk lager dan in de groep der discusprolapsen en het verschil ten aanzien van IIIc is niet significant. De grondpatronen IIIa en IIIb zijn daarentegen in frequentie sterk op de voorgrond geschoven.

Betreffende de grondpatronen op de zijdelingse foto's blijkt de frequentie van B bij de stenose lager te liggen, terwijl A een percentage van gelijke orde van grootte toont.

Deze verschillen treden in de kleine groep van 12 ongecompliceerde gevallen van wervelboogstenose nog duidelijker naar voren.

TABEL XIII. *Canalografische afwijkingen bij patiënten, waar operatief een benige wervelkanaalstenose is vastgesteld; frequentie der grondpatronen procentueel aangegeven.*

	I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IIId
I	46,2						
IIa	5,1	7,7					
IIb	2,6	2,6	7,7				
IIIa	5,1	—	—	28,2			
IIIb	7,7	—	—	2,6	48,7		
IIIc	28,2	—	—	—	7,7	30,8	
IIId	—	—	—	—	2,6	—	5,1

	I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IIId
A	15,4	—	2,6	7,7	5,1	7,7	2,6	30,8
B	12,8	5,1	—	—	2,6	7,7	—	12,8

I	2,6	—	
IIa	—	—	
IIb	—	2,6	
IIIa	5,1	15,4	0
IIIb	2,6	30,8	
IIIc	—	—	
IIId	—	2,6	

A	10,3	0	5,1
B	—		—

aantal patiënten 38
aantal stenoserende wervelbogen 43
5 hiervan door het niet hoog genoeg opgestegen contrast bereikt; derhalve aantal gecodeerde boogstenosen . . 38
belendende afwijkingen van andere aard:
discusprolaps 16
benige drempels 3
peridurale en periradiculaire vergroeiingen 4
uitgezette peridurale venen 6
aantal afwijkende niveaux 39

Dorsale contrastband:

ingedeukt 8
plaatselijke contrastvermindering 5

Zoals reeds is vermeld, bevinden zich in de gehele groep van benige wervelkanaalstenose 16 discusprolapsen en 3 osteochondrotische botdrempels op discale niveaux. Men kan voor deze laatstgenoemde complicerende afwijkingen uit de tabellen IX en XII afleiden, welke de aard en de frequentie der grondpatronen is, die hierdoor tot uiting zijn gekomen. Deze zullen een storende invloed uitoefenen op de verdeling der canalografische afwijkingen, die door de stenosen alleen worden veroorzaakt. Teneinde een indruk van deze verdeling te verkrijgen, is door eenvoudige berekening getracht de door de complicerende afwijkingen veroorzaakte grondpatronen uit de gehele groep te elimineren. De aldus verkregen frequenties van de grondpatronen geven te zien, dat de hierboven genoemde verschillen met de groep van ongecompliceerde discusprolapsen dan aanzienlijk scherper naar voren treden; de frequenties van de grondpatronen I, IIa, IIb, A en vooral van B zijn verder gedaald, terwijl de waarden van IIIa, IIIb en IIIc dezelfde orde van grootte hebben behouden.

De eliminatieprocedure is wegens de kleine getallen der onderlinge combinaties tot de grondpatronen zelf beperkt gehouden. De indruk, die hierdoor wordt verkregen, bevestigt het belang van de grondpatronen IIIa, IIIb en IIIc, wanneer de mogelijkheid van stenosering door een wervelboog wordt overwogen. Deze veronderstelling wint aan kracht, indien de afwijking van de centrale contrastkolom in plaats overeenkomt met de wervelboog of met zijn craniale rand. Indien de afwijking daarentegen een duidelijke relatie toont met de caudale begrenzing van een tussenwervelschijf, zal eerder aan een volumineuze discusprolaps of een andere ernstige afwijking met discale localisatie moeten worden gedacht.

Van de onderlinge combinaties der grondpatronen (tabel XIII) op de voorachterwaartse opnamen valt als hoogste percentage, die van I met IIIc op. De combinatie I met IIa, die bij de discusprolapsen veelvuldig wordt gezien, ligt hier, evenals voor IIa alleen al geldt, aanzienlijk veel lager. Dit verschil is significant, hetgeen niet voor de combinatie van I met IIb geldt. Daartegenover heeft de combinatie I met IIIa een hogere frequentie, evenals dit voor IIIb met IIIc geldt; geen dezer verschillen is echter significant.

Ten aanzien van de combinaties met de grondpatronen op het zijdelingse beeld vallen in het algemeen overeenkomstige verschillen op te merken. Wat het op zichzelf staand voorkomen der grondpatronen betreft, wordt men vooral getroffen door de hoge frequenties van IIIa en IIIb voor de gevallen, waar het in zijdelingse richting genomen canalogram geen afwijkingen toont.

Eveneens valt het op, dat het grondpatroon A is aangetroffen zonder

dat het voorachterwaartse beeld afwijkingen heeft getoond. Hoewel de frequentie hiervan laag is, komt hiermede toch een verschilpunt tot uiting ten opzichte van de groepen van discusprolaps met of zonder osteochondrotische botlippen.
Hiertegenover staat, dat het grondpatroon B, dat toch al een lagere frequentie bezit dan in de beide groepen van discusprolaps, in het geheel niet op zichzelf staande is aangetroffen.
Samengevat leert de vergelijking met de groep van de ongecompliceerde discusprolaps en van de door osteochondrotische botranden geflankeerde prolapsen, dat bij de benige wervelkanaalstenose de grondpatronen IIIa en IIIb, zowel in combinatie met andere grondpatronen als geheel op zichzelf staande afwijkingen, tot de belangrijkste canalografische verschijnselen moeten worden gerekend.
Daarbij zijn de bij de discusprolaps op de voorgrond staande grondpatronen I, IIa en B naar achteren geschoven, hetgeen vooral voor IIa geldt.

Afgezien van de beide grondpatronen kan het in zijdelingse richting genomen canalogram nog een andere afwijking tonen. Terwijl de grondpatronen A en B door veranderingen van de ventrale contrastband tot uiting komen, betreft de hier bedoelde afwijking daarentegen de dorsale contrastband. In 13 van de 38 stenoserende wervelbogen is deze duidelijk waargenomen: 8 maal is ter hoogte ervan een indeuking gezien, die van dorsaal uit heeft plaatsgevonden (afb. 40, 41, 42); 5 maal heeft de dorsale contrastband een plaatselijke vermindering van de schaduwintensiteit getoond.
De indeuking van de dorsale contrastband is slechts éénmaal waargenomen in een geval waar geen sprake is geweest van benige stenose van het wervelkanaal op grond van een ontwikkelingsstoornis. Dit heeft een geval van spondylolisthesis betroffen, dat in hoofdstuk XII reeds is beschreven (afb. 43).
Onder deze 13 gevallen met afwijkingen van de dorsale contrastband vallen 5 van de 8 patiënten, die duidelijke verschijnselen van het orthotische caudasyndroom hebben getoond.
Opvallend is voorts, dat in 9 van de 13 gevallen bij operatieve exploratie een verdikte craniale rand van de stenoserende wervelboog is aangetroffen. Hoewel hierbij een zekere voorkeur lijkt te bestaan voor de relatie van een craniaal verdikte rand met een afwijkend beeld van de dorsale contrastband, kan hieraan volgens nadere berekening geen significantie worden gehecht.
Wat de interpretatie der canalografische afwijkingen betreft, vormt de indeuking van de dorsale contrastband ter hoogte van de stenoserende wervelboog of zijn craniale rand, een voor de hand liggend beeld.

Aangezien door de afwijkende wervelbogen een indrukking van de durale zak wordt veroorzaakt, die zich tevens op hetzelfde niveau aan de peridurale ruimte zal mededelen, wordt het eveneens verklaarbaar, dat de contraststof in haar craniaalwaartse verbreiding zal worden belemmerd. Aangezien te verwachten valt, dat deze belemmering de contrastkolom over haar gehele breedte zal treffen, biedt het geen verrassing, dat de hierop betrekking hebbende grondpatronen IIIa en IIIb in frequentie zo sterk op de voorgrond zijn getreden. In een enkel geval is de stenosering asymmetrisch geweest, waardoor de centrale contrastkolom aan een zijde het grondpatroon IIa toont, in combinatie met IIb aan de andere zijde (afb. 29). In feite getuigt deze combinatie van twee grondpatronen, die elk een eenzijdig defect beeld van de contrastkolom weergeven, van een passagebelemmering van de contraststof over de gehele breedte van het wervelkanaal.
Tevens kan de taillering van de centrale contrastschaduw (IIIc), die tot een iets hoger percentage tendeert dan in de gevallen van discusprolaps, met de stenosering in samenhang worden gezien. Wanneer deze nl. niet al te sterk is, maar wel haar invloed in de laterale zones van het wervelkanaal doet gelden, is het denkbaar, dat de uitbreiding van de contraststof in de laterale gebieden van de peridurale ruimte een belemmering zal ondervinden. De centrale contrastkolom zal hierdoor ter plaatse een taillering tonen.

SAMENVATTING

De canalografische afwijkingen bij benige stenose van het wervelkanaal zijn bestudeerd aan de hand van een groep van 38 patiënten, waarin de afwijking aan 43 wervelbogen tijdens operatie is vastgesteld. In 21 hiervan is het vooral de craniale rand van de betrokken wervelboog gebleken, die de durale zak heeft ingedrukt. Aangezien de canalografische afwijkingen zich veelvuldig door een belemmering van de uitbreiding van de contraststof tot hogere niveaux kenmerken, hebben zich een 5-tal stenoserende erboven gelegen bogen aan de bestudering onttrokken.
Wanneer een groep wordt geselecteerd, waarin naast de benige stenose van het wervelkanaal bij operatieve exploratie geen andere afwijkingen gevonden zijn, dan blijken slechts 12 patiënten hiervoor in aanmerking te komen. Dit aantal is aanmerkelijk kleiner, dan in de bovengenoemde groep van 38 patiënten; in de 26 overige patiënten zijn bovendien een aantal andere afwijkingen (discusprolaps, osteochondrotische botlippen,

periradiculaire en/of peridurale vergroeiingen, uitgezette peridurale venen) in het naburige gebied bij operatie aangetroffen.
Uiteraard heeft deze complicerende omstandigheid tot voorzichtigheid bij de verwerking van de canalografische afwijkingen aanleiding gegeven.
Uit de nadere bestudering der canalogrammen is gebleken, dat het grondpatroon I aanzienlijk minder frequent voorkomt dan bij de discusprolapsen het geval is. Zijn percentage ligt in vergelijking met de andere grondpatronen echter nog steeds aan de hoge kant. Sterk verlaagd blijkt de frequentie van het grondpatroon IIa bij dezelfde vergelijking uit te vallen. In mindere mate geldt dit eveneens voor B. Aanzienlijk veelvuldiger blijken echter de grondpatronen IIIa en IIIb bij de wervelstenose voor te komen. De hoogste frequenties worden in deze groep gevonden voor de grondpatronen I, IIIa, IIIb, IIIc en A. Deze verdeling komt eveneens in de onderlinge combinaties der verschillende grondpatronen, als ook in het op zichzelf voorkomen hiervan tot uiting.
In tegenstelling tot de groepen van discusprolapsen is het grondpatroon A wel aangetroffen zonder dat de voorachterwaartse opname afwijkingen toont.
Behalve deze kwantitatieve verschillen, is op het zijdelingse canalogram bij 13 stenoserende wervelbogen een afwijkend beeld van de dorsale contrastband waargenomen, dat als kwalitatief onderscheid is op te vatten. In 8 hiervan is een indeuking van dorsaal uit waargenomen en in 5 andere is een plaatselijke intensiteitsvermindering van de dorsale schaduwband gezien.
Op de interpretatie van de kwantitatief en kwalitatief verschillende beelden is nader ingegaan.

d) *Canalografische afwijkingen bij uitgezette peridurale venen.*

Zoals in het algemeen overzicht van het canalografisch onderzochte materiaal reeds is vermeld, dient men bij het vaststellen van uitgezette peridurale venen, of zoals deze afwijking in de litteratuur ook wel onder de naam peri- of epidurale varicosis is beschreven, de nodige voorzichtigheid te betrachten. In dit materiaal is de diagnose eerst dan gesteld, indien bij de operatieve exploratie opvallend verbrede dunwandige en vaak varikeus uitgezette venen zijn aangetroffen, zonder dat hiervoor omstandigheden, die tot stuwing in dit vaatgebied aanleiding kunnen geven, verantwoordelijk kunnen worden gesteld.
Uitgezette peridurale venen zijn slechts tweemaal als enige afwijking bij de operatieve exploratie aangetroffen. In de overige gevallen zijn andere plaatselijke afwijkingen in combinatie hiermede gevonden (discusprolaps al of niet tezamen met osteochondrotische botlippen, peridurale en of periradiculaire vergroeiingen etc). Teneinde een vergelijkbare groep te verkrijgen, zijn de twee geïsoleerde gevallen samen genomen met die, waarin tevens een discusprolaps is gevonden. Aldus is een slechts kleine groep van 9 patiënten gevormd. Bij één hiervan is ter hoogte van de lumbosacrale tussenwervelschijf, waar alleen uitgezette peridurale venen zijn aangetroffen, een flardige vertekening van de centrale contrastkolom waargenomen. Deze canalografische afwijking is niet in één of meer grondpatronen te ontleden geweest, zodat dit geval niet op de gebruikelijke wijze gecodeerd is.
In de overige gevallen is de afwijking op 9 niveaux vastgesteld en zijn de canalografische afwijkingen volgens de gebruikelijke methode geanalyseerd. Hoewel dit niet in alle gevallen is geschied, zijn door persen tijdens de opname geen evidente verschillen opgetreden. Bij de bestudering van deze kleine groep dient de nodige voorzichtigheid bij het maken van gevolgtrekkingen in acht te worden genomen.
Wanneer men zich bepaalt tot de grondpatronen zelf en hun onderlinge combinaties buiten beschouwing laat, dan blijken de grondpatronen I, IIIc, A en B resp. 7, 4, 4 en 3 maal te zijn genoteerd. In grote lijnen komt deze verdeling nabij aan die in de groep der discusprolapsen. Voor het grondpatroon IIa, dat tweemaal is waargenomen, lijkt dit lager te liggen. Al deze waarden zijn echter te gering om meer dan een indruk te geven over de verdeling der diverse grondpatronen.

Voorzover aan een indruk waarde kan worden gehecht, zou men voor deze groep kunnen samenvatten, dat de frequenties der verschillende grondpatronen tot een vrijwel gelijke verdeling lijken te neigen als voor de discusprolapsen geldt.
In aanmerking genomen, dat in de meerderheid der gevallen tevens discusprolapsen gevonden zijn, kunnen geen argumenten worden gevonden deze groep door bepaalde canalografische kenmerken van die der ongecompliceerde prolapsen te onderscheiden.

c) *Canalografische afwijkingen bij peridurale en/of periradiculaire vergroeiingen.*

Bij de operatieve exploratie van de voorzijde van het lumbale wervelkanaal is in een aantal gevallen gevonden, dat de durale zak of de afgaande wortels hiermede vrij stevig vergroeid zijn. Gewoonlijk wordt deze afwijking ter hoogte van de tussenwervelschijven aangetroffen. Het kan de durale zak of de afgaande wortel alleen betreffen, doch meestal blijken ze beide met de voorwand van het wervelkanaal vergroeid te liggen. Deze vergroeiing kan gewoonlijk met behulp van een stomp instrument worden opgeheven. De afwijking is bij 47 patiënten van dit materiaal vastgesteld. In 3 gevallen moet het canalografisch onderzoek als mislukt worden beschouwd. Bij de overige 44 patiënten is de afwijking op 48 niveaux vastgesteld. Het canalografische beeld op één dezer niveaux is niet op de gebruikelijke wijze in een aantal grondpatronen te ontleden geweest; het kan worden beschreven als een onregelmatige „flarderige" vertekening van de centrale contrastkolom.
In enkele andere gevallen, waar een verzwakte intensiteit der centrale schaduw (IIIb) wordt gezien, is de „flarderige" vertekening eveneens waargenomen. Op de overige 48 niveaux heeft de analyse der canalografische afwijkingen geen bijzondere moeilijkheden opgeleverd. Evenals dit voor de benige stenose van het wervelkanaal is vermeld, is slechts in de minderheid dezer gevallen de vergroeiing als enig aanwezige afwijking vastgesteld, nl. bij 9 patiënten en wel op 12 niveaux. Bij exploratie van de 35 andere patiënten zijn behalve de vergroeiingen tevens andere afwijkingen aangetroffen, hetzij op hetzelfde, hetzij op een andere discaal niveau. Van de gecodeerde 48 niveaux zijn er op 25 alleen vergroeiingen gevonden. Op de 23 overige is de operatieve bevinding gecompliceerd geweest. Hier is de vergroeiing tezamen aangetroffen met discusprolaps, eventueel met osteochondrotische botlippen (18 maal), met wervelboogstenose (4 maal) of met spondylolysis (1 maal).
De frequentie van de op deze 48 niveaux waargenomen grondpatronen wordt weergegeven door tabel XIV. Hieruit blijkt, dat de frequentie der grondpatronen een grote overeenkomst toont met die bij de ongecompliceerde discusprolapsen. Een vrijwel gelijk percentage wordt opgemerkt voor de grondpatronen IIa, IIIa en IIId, terwijl de waarden voor I, IIIc, A en B iets lager zijn gelegen. De grondpatronen IIb en IIIb blijken veelvuldiger voor te komen, waarbij vooral het verschil ten aanzien van

TABEL XIV. *Cumulatief-fylogenetische afwijkingen bij patiënten, waar operatief peridurale en periradiculaire vergroeiingen zijn vastgesteld; frequentie der grondpatronen procentueel aangegeven.*

	I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IIId
I	60,4						
IIa	22,9	33,3					
IIb	14,6	2,1	22,9				
IIIa	—	—	—	4,2			
IIIb	8,3	4,2	—	—	16,7		
IIIc	16,7	—	2,1	—	2,1	16,7	
IIId	4,2	2,1	2,1	—	—	—	4,2

	I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IIId
A	10,4	4,2	4,2	2,1	4,2	8,3	—	29,2
B	20,8	12,5	8,3	—	4,2	2,1	2,1	22,9

I	2,1	6,3	
IIa	2,1	8,3	
IIb	2,1	6,3	
IIIa	2,1	2,1	0
IIIb	2,1	6,3	
IIIc	—	—	
IIId	—	—	

A	8,3	0	—
B	2,1		2,1

aantal patiënten 47
mislukt onderzoek 3
aantal gecodeerde niveaux, waar operatief peridurale en periradiculaire vergroeiingen zijn vastgesteld 48

aantal discusprolapsen evtl met osteochondrotische botlippen 18
stenoserende wervelbogen 4
spondylolysis 1

IIb in het oog springt en significant is. Dit laatste blijkt niet voor IIIb en de andere genoemde verschillen te gelden.
De hogere frequentie van het grondpatroon IIb valt eveneens op in de kleine groep, waarin op 25 niveaux operatief slechts peridurale en/of periradiculaire vergroeiingen als enig aanwezige afwijkingen zijn vastgesteld. Voor de andere grondpatronen op de voorachterwaartse opname zijn ongeveer gelijke percentages vastgesteld, met uitzondering van IIIa, welk grondpatroon in deze ondergroep niet is waargenomen. De meest afwijkende waarde wordt voor IIa gevonden; dit grondpatroon bezit een lagere frequentie dan in de gehele groep van vergroeiingen, doch dit verschil blijkt van niet significante aard te zijn.
De frequenties der grondpatronen op de zijdelingse opname ligt in deze ondergroep eveneens lager. Voor het grondpatroon A blijkt dit verschil significant te zijn, terwijl voor B een grenswaarde bestaat met een overschrijdingskans van 0,061.
Elimineert men in de gehele groep van vergroeiingen de grondpatronen, die door de complicerende discusprolapsen en de wervelkanaalstenosen veroorzaakt geacht kunnen worden, dan valt hierbij wederom op, dat de frequentie van IIb vrijwel gelijk blijft. De andere waarden tonen een daling, die vooral de grondpatronen I, IIIb, IIIc, A en B betreft. Voor de grondpatronen I, IIIb en IIIc lijkt bij vergelijking van deze beide uitkomsten (geselecteerd tegenover geëlimineerd materiaal) een tegenstrijdigheid te bestaan. Hoewel het formaat resp. de bewerking van deze groepen, de nodige voorzichtigheid gebiedt bij het maken van gevolgtrekkingen, zou een oplossing voor deze tegenstrijdigheid kunnen worden gevonden, door aan te nemen, dat de grondpatronen I, IIIb en IIIc zowel voor de vergroeiingen als voor de complicerende afwijkingen canalografisch van grote betekenis zijn.
Verdere analyse van tabel XIV leert, dat het op zichzelf staand voorkomen van de verschillende grondpatronen verschillen toont met de groep van ongecompliceerde discusprolapsen. Aangezien het hier steeds om kleine getallen gaat, kan men hieraan geen scherpe conclusies verbinden.

De hier volgende beschrijving is dan ook alleen bedoeld een indruk te verschaffen van de verschillen, die tussen de beide groepen van afwijkingen lijken te bestaan. Voorzover de grondpatronen op de voorachterwaartse met die op de zijdelingse opnamen samengaan, worden met uitzondering van I en B geen grote verschillen waargenomen. Zowel voor I als voor B blijken de waarden lager te liggen. Voor IIIc en IIId valt alleen op, dat deze grondpatronen in het geheel niet op zichzelf staand voorkomen, tegenover lage waarden in de groep van de discusprolapsen. Voor de op zichzelf staande grondpatronen in de voorachterwaartse projectie zonder dat op de zijdelingse opname afwijkingen zichtbaar zijn, kan worden vermeld, dat de grondpatronen I, IIa, IIb en IIIb tot hogere waarden tenderen dan voor de discusprolapsen het geval is. Dit valt het sterkste op voor IIa en IIb en in mindere mate voor IIIb.

Het grondpatroon B is aangetroffen zonder dat een afwijking op het in voorachterwaartse richting genomen canalogram is gezien. Deze omstandigheid is bij de ongecompliceerde discusprolapsen nimmer waargenomen. In de verdeling der onderlinge combinaties der grondpatronen worden geen opzienbarende verschillen ten aanzien van de groep der discusprolapsen gezien. Wel valt de hogere waarde van I met IIb en ook van I met IIId op, waarvan de eerstgenoemde in verband met de hogere frequentie van IIb kan worden gezien.
Van de combinaties van de grondpatronen op de voorachterwaartse en zijdelingse opnamen, wordt een duidelijk lagere frequentie gezien van IIa en IIId met A en van IIIc met B, terwijl het percentage van IIb met B daarentegen hoger ligt.
Samengevat leert de analyse der canalografische afwijkingen bij peridurale en/of periradiculaire vergroeiingen, dat het grondpatroon IIb hierbij een belangrijk verschijnsel is. Waarschijnlijk is dit evenzeer het geval voor de grondpatronen I, IIa, IIIb en IIIc, maar hiervoor treedt echter geen markant verschil ten opzichte van de groep der discusprolapsen naar voren; wel worden op de in zijdelingse richting gemaakte canalogrammen de beide grondpatronen A en B met een lagere frequentie aangetroffen (bij de discusprolapsen wordt deze door 35,0 en 27,2 % weergegeven, tegenover 12 en 12,5 % voor de ondergroep der ongecompliceerde vergroeiingen, als ook na de eliminatieprocedure voor de gehele groep van vergroeiingen).

Het behoeft geen verwondering te baren, dat de periradiculaire contrasttekening zowel bij discusprolapsen als bij vergroeiingen veelvuldig afwijkingen laat zien. Bij een periradiculaire vergroeiing is immers te verwachten, dat de normale contrastverbreiding ter plaatse belemmerd zal zijn. Heeft de vergroeiing een grotere uitbreiding, zodat tevens de durale membraan in het aangrenzende gebied hierbij is betrokken, dan zal de canalografische afwijking als IIa of IIb zichtbaar worden.
Hetzelfde geldt voor de plaatselijke verzwakking van de centrale schaduw (IIIb) en eveneens voor de taillering hiervan (IIIc), wanneer de peridurale vergroeiing over een grotere breedte van de tussenwervelschijf, resp. in de beide laterale gebieden hiervan tot stand is gekomen.
Verschilpunten met de groep der discusprolapsen worden gevormd door de lagere frequenties der grondpatronen A en B op de zijdelingse foto, en anderzijds door het hogere percentage van het op zichzelf voorkomen der grondpatronen IIa, IIb en IIIb, zonder dat de zijdelingse opname afwijkingen te zien geeft. Voor het opmerkelijke frequentieverschil van het grondpatroon IIb moet echter getracht worden een verklaring te vinden. Men dient zich hierbij voor te stellen, dat de vergroeiing in

een groot deel der gevallen in het gebied van de tussenwervelschijf heeft plaats gevonden, zodat de afwijking zich in deze gevallen aan de ventrale zijde van het wervelkanaal bevindt. De peridurale ruimte zal hierdoor plaatselijk geobliteereerd zijn. Bij de canalografie zal de praedurale verbreiding van de contraststof hierdoor locaal worden belemmerd. Dorsolateraal van de durale zak zal de contraststof doorgaans ongehinderd opstijgen en zich in voorachterwaartse richting over het defect in de praedurale contraststoflaag projecteren. Bevindt de vergroeiing zich slechts in de laterale zone van het wervelkanaal, dan zal de centrale schaduw hier eenzijdig een vermindering van haar intensiteit tonen (IIb). Heeft de vergroeiing over een belangrijke breedte van het discale gebied plaats gehad, dan kan hiermede het grondpatroon IIIb verklaard worden. Voor het grondpatroon IIa kan de verklaring slechts worden gevonden, indien de vergroeiing in de laterale zone van het wervelkanaal zich eveneens langs de dorsolaterale wand over enige afstand heeft uitgebreid. Hierdoor zal de plaatselijk belemmerde contrastverbreiding, behalve in de praedurale eveneens in de dorsolaterale laag optreden. In voorachterwaartse richting zullen de beide defecten over elkaar geprojecteerd als het grondpatroon IIa zichtbaar worden.

SAMENVATTING

In deze groep zijn 44 patiënten met op 48 niveaux peridurale en of periradiculaire vergroeiingen bestudeerd.
Nadere aandacht is hierbij besteed aan een ondergroep, waarin op 25 niveaux de vergroeiing als enig aanwezige afwijking is aangetroffen. De canalografische afwijkingen zijn, op de gebruikelijke wijze geanalyseerd, met die in de groep der discusprolapsen vergeleken. Hierbij is gebleken, dat de frequentie en de verdeling der grondpatronen in grote lijnen overeenstemming tonen. Het grondpatroon IIb valt echter door een significant hogere frequentie op. Voor dit verschijnsel wordt getracht een verklaring te vinden. Dit geldt eveneens voor de interpretatie van de overige frequent voorkomende grondpatronen (I, IIa, IIIb en IIIc).

f) *Canalografische afwijkingen bij spina bifida occulta.*

Bij 15 patiënten zijn bij de operatieve exploratie gespleten wervelbogen vastgesteld. In alle gevallen heeft deze afwijking tenminste de boog van S I betroffen. In drie hiervan is de gestoorde sluiting eveneens voor de boog van de onderste lendenwervel vastgesteld, waarbij het defect in één geval eveneens de boog van S II heeft betroffen. In een ander geval is het gehele sacrale kanaal naar dorsaal membraneus afgesloten gebleven en de vorming van een benig dak achterwege gebleven.
Bij twee patiënten is het canalografische onderzoek mislukt. In alle gevallen zijn steeds combinaties met andere afwijkingen tijdens de operatie vastgesteld, zoals discusprolaps (11 maal), benige stenose van het wervelkanaal (3 maal), periradiculaire en peridurale vergroeiingen (2 maal), epidurale cyste (éénmaal) en sacrale wortelcyste (éénmaal). Hieruit moge blijken, dat deze kleine groep een heterogene samenstelling bezit, waardoor het niet goed mogelijk is over de eventuele canalografische afwijkingen bij deze afwijking een oordeel te vellen. De eliminatieprocedure heeft weinig zin als gevolg van de veelheid van andere afwijkingen.
Worden de canalografische afwijkingen in deze groep op de gebruikelijke wijze geanalyseerd en tabellarisch ondergebracht, dan lijken in het algemeen weinig verschillen te bestaan, bij vergelijking met de groep van de discusprolapsen.

SAMENVATTING

Het geringe aantal gevallen, waarin occulte spina bifida is aangetroffen, alsmede de veelheid van andersoortige afwijkingen in deze groep, maken het onmogelijk te beoordelen in hoeverre deze aanlegstoornis tot eventuele afwijkingen in het canalografische beeld kan leiden.

g) *Canalografische afwijkingen bij het verdikte ligamentum flavum.*

Zoals er in het overzicht van het canalografisch bewerkte materiaal reeds op is gewezen, dient men bij het vaststellen van een verdikt ligamentum flavum de nodige reserve in acht te nemen. In dit materiaal hebben wij deze afwijking in slechts 6 patiënten menen te moeten vaststellen. In 5 hiervan zijn bij de operatie bovendien nog andere afwijkingen aangetroffen, zoals discusprolaps (5 maal), waarvan enkele gecombineerd met peridurale vergroeiing en benige stenose van het wervelkanaal. In slechts één geval is een opvallend dik ligamentum flavum als enige afwijking gevonden.
Canalografisch is op het overeenkomstige niveau behalve een defecte worteltekening, een plaatselijke intensiteitsvermindering van de gehele centrale schaduw (IIIb) waargenomen, zonder dat op het zijdelingse beeld afwijkingen zichtbaar zijn.
De canalografische beelden van de andere gevallen wijzen erop, dat dezelfde grondpatronen op de voorgrond lijken te staan als in de groep van discusprolapsen zijn vastgesteld. Dit behoeft uiteraard niet te verwonderen wegens het veelvuldig complicerend voorkomen dezer afwijking. De geringe omvang van de gehele groep alsmede haar heterogene samenstelling staan niet toe verdere gevolgtrekkingen te maken. Wel dient nog te worden vermeld, dat in geen enkel geval een duidelijke afwijking van de dorsale contrastband is waargenomen op het niveau waar een verdikt ligamentum flavum bij de operatieve exploratie is aangetroffen.

h) *Röntgenologische en operatieve bevindingen bij sacrale perineurale wortelcysten.*

Uit de anatomische onderzoekingen van TARLOV (1938) en REXED (1947) is gebleken, dat sacrale wortelcysten geenszins tot de zeldzame afwijkingen moeten worden gerekend. Zij vonden deze anomalie in een groot aantal routineobducties en wel in ruim 10 %.
Perineurale wortelcysten zijn in ons materiaal bij 10 patiënten vastgesteld en operatief behandeld door middel van een ruime fenestratie. De afwijking had in alle gevallen een sacrale localisatie. In totaal werden 21 cysten gevonden, die grotendeels (18) van de tweede en derde sacrale wortels uitgingen en wel 9 van elk. Er werden slechts 3 cysten van de eerste sacrale wortel gevonden. Onze bevindingen ten aanzien van de localisatie komen derhalve overeen met de vermeldingen in de litteratuur (zie hoofdstuk IX handelend over de complicaties bij de canalografie). De wortelcysten hebben vaak een symmetrische localisatie, doch dit is niet steeds het geval. Vijf cysten zijn van één der beide overeenkomstige wortels uitgegaan, terwijl voor 16 een bilaterale localisatie, verbonden aan 8 paren van sacrale wortels, is vastgesteld. Hierbij dient te worden opgemerkt, dat in tegenstelling tot de localisatie, de grootte en de vorm niet steeds symmetrisch is geweest, hoewel ook hiertoe wel een duidelijke neiging blijkt te bestaan. De omvang van de geopereerde cysten heeft van erwt- tot duiveneigroot gevarieerd.
Zoals reeds in de inleiding en in het algemeen overzicht van het canalografisch bewerkte materiaal is naar voren gebracht, bestaan voor de pathogenese dezer wortelcysten geen duidelijke verklaringen.
Eensdeels neemt men aan, dat een stoornis in de ontwikkeling er aan ten grondslag ligt (oa. door persistentie van de subarachnoidale spleet rond de wortels volgens STRULLY, 1956).
Anderen daarentegen plaatsen een traumatisch gebeuren als aetiologische factor op de voorgrond (TARLOV, 1938, 1952, 1953). Hierbij zou de cystevorming optreden door colliquatie tussen de endoneurale en de perineurale laag van de extradurale wortelschede, waarbij locale extravasaten een bevorderende rol zouden spelen. REXED (1947) neemt als genese aan, dat arachnoidaal weefsel in de wortelschede gaat prolifereren.
De bevindingen in ons materiaal hebben voor de traumatische genese geen ondersteunende argumenten opgeleverd. Anamnestisch zijn geen evidente gebeurtenissen aan het licht gekomen, die hiervoor zouden

kunnen pleiten. Bij het morfologische onderzoek zijn behoudens in een geval, geen aanwijzingen voor bloeding in de cyste gevonden. In dit uitzonderingsgeval is bij het openen van de cyste oud bloed aangetroffen. Aangezien het zeker is, dat deze cyste bij het canalografische onderzoek aangeprikt is geweest en met contraststof is opgevuld, kan deze bevinding niet als een argument voor de traumatische genese van de wortelcyste gelden.

Ten aanzien van de opvatting van een congenitale anomalie, kan uit ons materiaal één geval worden genoemd, waarbij deze mogelijkheid enig accent krijgt door de bevinding van een gestoorde sluiting der wervelbogen van L VI en S I, terwijl er — zoals uit deze aanduiding reeds is gebleken — zes lendenwervels aanwezig zijn. In de overige 9 gevallen zijn echter geen aanwijzingen voor spina bifida of andere anomaliën aangetroffen. Deze frequentie lijkt er derhalve niet op te wijzen, dat de lumbosacrale manifestatie van de status dysraphicus voor dit verband van groot belang is.

Microscopisch onderzoek van de cystewand heeft in 7 gevallen plaatsgevonden (Dr F. C. Stam en Dr Sie Pek Giok). Als regel is de structuur ervan beschreven als collageen bindweefsel, waarin soms vrij veel reticulinevezels zijn aangetroffen. In een enkel geval zijn drie lagen te onderscheiden geweest, waarvan de middelste door een grotere celrijkdom tegenover de beide andere is opgevallen. In geen der onderzochte gevallen zijn verschijnselen van ontstekingsachtige of tumorale aard vastgesteld. In zes gevallen zijn in de membraan gemyeliniseerde zenuwvezels aangetroffen.

Een andere facet, die in dit verband belicht moet worden, betreft veranderingen, die door de wortelcysten aan de wanden van het sacrale kanaal teweeg kunnen worden gebracht. Het behoeft geen nader betoog, dat vooral de grote cysten, waarvan de omvang allengs toeneemt, druk op de omgeving uitoefenen en hierdoor de begrenzende benige structuur zullen usureren. Aldus is het begrijpelijk, dat het dak van het sacrum ter plaatse dunner zal worden.

In de litteratuur wordt deze bevinding door enkele auteurs vermeld (SCHREIBER, 1951; BROWDER cit. TARLOV, 1953; ESPADALER MEDINA cs, 1958).

Bij drie onzer patiënten is een dergelijke usuur van het sacrale dak boven de wortelcyste operatief vastgesteld. Deze heeft in al deze gevallen tot een zeer opvallende verdunning van het bot geleid, zodat dit ter plaatse gemakkelijk als een pingpongbal kon worden ingedrukt. Bij één dezer patiënten werd dit verschijnsel reeds uitwendig tijdens het routineonderzoek gevonden (afb. 45). Tevens is het mogelijk geweest deze verdunning op de röntgenopnamen van het sacrum waar te nemen.

In andere gevallen is tijdens de operatieve exploratie gebleken, dat de cysten in een plaatselijke uitholling aan de voorwand van het sacrale kanaal zijn gelegen; vooral aan de craniale zijde ervan wordt een botrand gevonden, die de uitholling van het er boven gelegen deel van het sacrale kanaal afgrenst. Deze omstandigheid is in vier gevallen aangetroffen. Op de zijdelingse röntgenfoto's is deze afwijking meestal waarneembaar. Bij twee patiënten hebben we de uitholling aan de voorzijde gecombineerd aangetroffen met een opvallende verdunning van het sacrale dak. Uit deze getallen moge blijken, dat in 5 gevallen geen locale veranderingen van het sacrale kanaal zijn gevonden.

In één van de 10 gevallen is het canalografische onderzoek mislukt. In de 9 overige is bij operatieve exploratie in vijf gevallen bovendien een discusprolaps aangetroffen en wel steeds ter hoogte van L IV - V. In twee gevallen zijn behalve sacrale wortelcysten geen andere afwijkingen aangetroffen. Bij de overige twee patiënten zijn operatief bovendien een wervelboogstenose resp. een peridurale vergroeiing vastgesteld. De canalogrammen van de twee ongecompliceerde gevallen hebben in het lumbale traject en het lumbosacrale overgangsgebied geen afwijkingen aan het licht gebracht. In de andere gevallen is dit wel het geval geweest. Het ligt voor de hand hiervoor de genoemde complicerende afwijkingen verantwoordelijk te stellen. Bij de verdere beschrijving zullen dan ook alleen de canalografische afwijkingen in het sacrale kanaal in aanmerking worden genomen. Vooral de voorachterwaartse opname is bij de bestudering der canalografische afwijkingen van groot belang.

De wortelcysten kunnen zich op tweeërlei wijze manifesteren. Ten eerste is het mogelijk, dat een dergelijke cyste tijdens het verrichten van de canalografie wordt aangeprikt en vervolgens met contraststof wordt gevuld. Men ziet dan een gewoonlijk scherp omschreven min of meer bolvormig contrastdepot, dat zeer duidelijk ten opzichte van de omgevende contrastschaduw in het sacrale kanaal afsteekt (afb. 46).

Worden de cysten niet aangeprikt, dan treedt de andere mogelijkheid naar voren, namelijk dat de contraststof in het sacrale kanaal zich om de cyste heen verbreidt, waardoor deze als uitsparingen worden waargenomen. Zo'n uitsparing toont in het algemeen dezelfde vorm als hierboven voor het contrastdepot in de cyste is beschreven. Door hun laterale localisatie in het sacrale kanaal ontbreekt vooral bij de grotere cysten nog al eens het laterale segment van de omlijsting door de contraststof. Als gevolg hiervan manifesteert de cyste zich in deze gevallen door een zijdelingse uitsparing van de centrale contrastkolom in het sacrale gebied. De contraststof lijkt de uitsparing soms als een kelk te omgrijpen (afb. 45 en 47).

Van ons materiaal zijn 5 patiënten myelografisch met Ethiodan of

Lipiodol onderzocht. In 3 gevallen heeft de myelografie voor de canalografie plaatsgevonden en in 2 gevallen erna. In totaal zijn bij deze patiënten bij operatie 9 wortelcysten gevonden. Hiervan zijn er 7 myelografisch aangetoond. Twee cysten (in 2 gevallen) communiceerden derhalve niet met de lumbale liquorruimte. Op de canalogrammen van de 3 patiënten, die tevoren myelografisch zijn onderzocht, worden de met Lipiodol of Ethiodan gevulde cysten teruggevonden (afb. 44).
In één dezer gevallen zijn slechts 2 van de 3 wortelcysten gevuld geraakt; de derde is op het canalogram als een ronde uitsparing zichtbaar geworden.
Vervolgens komen de canalogrammen van de 6 patiënten, waar geen myelografie heeft plaatsgevonden of eerst achteraf is verricht, aan de orde. Hierop zijn 9 van de 14 operatief vastgestelde wortelcysten waarneembaar: 4 cysten door vulling met het contrastmiddel en 5 door uitsparing in de centrale schaduwkolom. Bij één van de 6 patiënten met slechts één kleine cyste, heeft het canalografische onderzoek verstek laten gaan. Myelografisch is deze kleine cyste achteraf zichtbaar gemaakt. In het andere geval is de kleinste van twee cysten op het canalogram niet te zien, evenmin als op het erna gemaakte myelogram.
Het is derhalve de vraag of kleine wortelcysten door canalografisch onderzoek in het algemeen zullen worden ontdekt. In deze gevallen biedt de myelografie met Ethiodan of Lipiodol meer mogelijkheden; vooral de zg. uitgestelde myelografie, waarbij men het onderzoek enige tijd na het inbrengen van het contrastmiddel herhaalt, kan hierbij voordeel opleveren (PADBERG, 1957; LENSHOEK, vergaderingsdiscussie 1961). Het niet communiceren van de cysten met de liquorruimte vormt hierbij echter een beperkende omstandigheid. Dat deze communicatie niet hoeft te bestaan is uit het bovenstaande reeds gebleken. Niet alleen mankeert na myelografie de contrastvulling van een aantal wortelcysten, maar omgekeerd blijkt voor deze groep de Urografin of de Diodon, die tijdens de canalografie in cysten is gedeponeerd, zich niet in de liquorruimte te hebben uitgebreid, voorzover uit de röntgenbeelden en het wegblijven van klinische complicaties (pijnlijke krampen) valt af te leiden (zie hoofdstuk IX betreffende de complicaties bij het canalografische onderzoek). De in de litteratuur steeds terugkerende vraag in hoeverre deze wortelcysten voor radiculair neuralgische klachten en verschijnselen verantwoordelijk kunnen of moeten worden gesteld, vindt na bestudering van ons materiaal geen duidelijk antwoord. In 8 van de 10 gevallen zijn tevens andere afwijkingen operatief behandeld. Van één der beide patiënten, die alleen voor wortelcysten werden geopereerd, kan worden opgemerkt, dat hij na ruim een half jaar zijn werk als metaalbewerker volledig heeft hervat. De irradiërende pijnen in de benen waren toen

verdwenen, doch de patiënt klaagde nog wel vaak over pijn onder in de rug, wanneer hij langere tijd moest staan.
De andere patiënt had zijn werk als gemeentereiniger $1\frac{1}{2}$ jaar na de operatie nog niet hervat; hij klaagde toen nog steeds over voortdurende pijn in de rug en de beide benen.

SAMENVATTING

De operatieve bevindingen in de gevallen van sacrale wortelcysten worden beschreven.
De localisatie stemt overeen met de gegevens, die hierover in de litteratuur zijn neergelegd. Hierbij wordt verwezen naar hoofdstuk IX, handelend over de complicaties bij de canalografie.
Uit het bewerkte materiaal worden geen aanwijzingen verkregen, die voor één der opvattingen betreffende de pathogenese zouden kunnen pleiten.
De bevindingen van het histologische onderzoek van de cystewand worden beschreven.
In een aantal gevallen heeft door de in omvang toegenomen wortelcysten usuur van de benige wanden van het sacrale kanaal plaats gevonden. In drie gevallen heeft dit tot een opvallende verdunning van het sacrale dak geleid; in vier andere is een plaatselijke uitholling aan de voorzijde van het sacrale kanaal opgetreden.
In slechts twee gevallen zijn behalve de wortelcysten geen andere afwijkingen gevonden. De operatieve behandeling heeft slechts in één van beide een redelijk goed resultaat opgeleverd.
De wortelcysten kunnen op het canalogram op twee wijzen zichtbaar zijn; de cyste kan met de contraststof zijn opgevuld en als een min of meer ronde scherp omschreven schaduw zijn afgebeeld (5 maal), ofwel ze is door een uitsparing in de sacrale contrastkolom zichtbaar geworden (8 maal).
De communicatie van de wortelcysten met de liquorruimte is aan de hand van ons materiaal bestudeerd.

i) *Canalografische afwijkingen bij spondylolysis.*

Spondylolysis is bij een vijftal patiënten aangetroffen; steeds is het de boog van de vijfde lumbale wervel geweest, die los bleek te liggen. Het canalografische onderzoek is éénmaal mislukt, zodat slechts 4 gevallen hiermede beoordeeld werden. Bij twee patiënten van deze groep is bovendien een discusprolaps vastgesteld, éénmaal ter hoogte van L IV - V en de andere uitgaande van de lumbosacrale tussenwervelschijf. In het derde geval is ter hoogte van L V - S I peridurale en periradiculaire vergroeiing gevonden, terwijl we bij de laatste patiënt een merkwaardige bevinding hebben gedaan: achter het wervellichaam van L V doch voor de durale zak langs werd een dwarslopende bindweefselstreng ter dikte van een potlood aangetroffen. Aangezien deze de durale zak bleek te comprimeren, werd deze verwijderd. Het behoeft geen nader betoog, dat aangezien deze groep veel te klein is en bovendien andere afwijkingen de spondylolysis hebben gecompliceerd, geen uitspraak verwacht kan worden over eventueel kenmerkende canalografische afwijkingen in kwantitatieve zin. Maar ook kwalitatief zijn geen bepaalde kenmerken naar voren getreden. In het geval van de praedurale dwarslopende bindweefselstreng, is ter hoogte hiervan een intensiteitsvermindering van de centrale schaduw (IIIb) in combinatie met het grondpatroon B waargenomen. Op het niveau van de losliggende wervelboog van L V is de centrale contrastkolom wat getailleerd aangetroffen. In twee van de andere gevallen is de centrale contrastkolom eveneens min of meer symmetrisch gedeformeerd geweest (IIIb resp. IIIc). De waardering hiervan wordt echter bemoeilijkt door de complicerende afwijkingen. Tenslotte zij vermeld, dat de canalografische afwijkingen bij twee patiënten met spondylolisthesis reeds beschreven zijn in hoofdstuk XII betreffende het algemene overzicht van het canalografisch onderzochte patiëntenmateriaal.

k) *Canalografische en operatieve bevindingen in een aantal bijzondere gevallen.*

In deze groep zijn 16 gevallen ondergebracht, waarin bij operatieve exploratie of bij obductie afwijkingen zijn aangetroffen, die niet onder het hoofd van één der vorige paragrafen kunnen worden geplaatst. In negen gevallen heeft het een gezwel betroffen. Hiervan kunnen 4 tumoren met intradurale localisatie en twee gevallen van metastasen in het wervellichaam van L V worden onderscheiden. Tenslotte moet een gezwel van de tweede sacrale wortel, een retroperitoneaal gelegen reticulumcelsarcoom en een chondroom van het sacrum worden vermeld.
Voorts zijn 3 gevallen van epidurale cyste in deze groep ondergebracht, alsmede een geval van spondylolisthesis; voorts 2 waar in de peridurale ruimte opvallende bindweefselstrengen zijn gevonden en tenslotte één geval van subduraal haematoom.
Onder de 4 intraduraal gelegen gezwellen vallen een neurilemnoom ter hoogte van L V, een meningeoom ter hoogte van Th XII, een dermoidcyste ter hoogte van Th XII - L II en een lipoom uitgaande van de conus terminalis. In het geval van het meningeoom is de canalografie mislukt. De localisatie ervan was overigens van dien aard, dat men zou kunnen twijfelen of deze vorm van onderzoek duidelijke diagnostische aanwijzingen had kunnen verschaffen.
Hiertegenover kan echter het geval van de dermoidcyste met een hoogtelocalisatie van Th XII - L II worden geplaatst, waar het canalografische beeld wel zeer duidelijke aanknopingspunten heeft geboden.

Het betrof een meisje van 9 jaar (M.F., reg.no 1987/59), dat reeds op 6-jarige leeftijd een periode van pijn onder in de rug doormaakte en hierbij moeilijk kon bukken. Neurologisch onderzoek toonde geen uitvalsverschijnselen aan. Zij herstelde van deze klachten en verschijnselen, waarna 3 jaar later een recidief optrad. Behalve de rugpijn met lumbale fixatie, had zij ook last van pijn en een slapend gevoel in het linker been, waarvan de kracht verminderd was. Hoesten provoceerde haar klachten. De rug toonde een extreem sterke fixatie en een naar links convexe lumbale scoliose met een versterkte lordose. De handgreep van Lasègue viel aan beide zijden matig positief uit. De proef van Kemp was naar links uitgevoerd positief. De proef van Naffziger viel echter negatief uit. De dorsaalflexie van de linker voet en tenen werd met verminderde kracht uitgevoerd. De Achillespeesreflex was aan de linker zijde verlaagd. De cisternale liquor bezat een normale samenstelling; in de lumbale liquor werd echter een verhoogd eiwitgehalte (72 mg %) en 2/3 cellen gevonden. Op de röntgenfoto werd een spina bifida occulta van S I gezien, alsmede een hoog lumbale kyphose en tussen L III en L IV een wellicht iets te nauwe tussenwervelspleet. Voor het teken van Elsberg bestonden geen aanwijzingen.

Het canalogram toont een naar craniaal concaaf begrensde onderbreking van de centrale contrastkolom ter hoogte van de beide bovenste lumbale wervels. Het cisternaal ingebrachte Ethiodan geeft een naar caudaal concaaf begrensde uitsparing te zien bij Th XII en L I.
Tezamen resulteert uit deze beelden een vrijwel ovale uitsparing, die zich van Th XII tot L II uitstrekt (afb. 28). Bij de operatieve exploratie werd een intradurale dermoidcyste gevonden, die waarschijnlijk van de conus terminalis uitging en zich tussen de vezels van de cauda equina uitbreidde.
Een andere tumor uitgaande van de conus terminalis is bij een meisje van 14 jaar (T. d. K., reg.no 772/58) gevonden.

De patiënt kreeg na een val op het ijs pijn laag in de rug en in het linker been. De rug toonde een versterkte lendenlordose en was bij bewegingen in hoge mate gefixeerd. De handgreep van Lasègue was aan de linker zijde tot slechts 30° à 40° mogelijk (d.w.z. de hoek tussen het opgetilde been en de horizontale onderlaag). Het verdere neurologische onderzoek bracht geen andere afwijkingen aan het licht, behalve dat aan de rechter zijde een zeer zwak positieve aanduiding van de reflexen van Oppenheim en Gordon werd aangetroffen. De lumbale liquor, die onder normale drukverhoudingen stond, bleek een licht verhoogd eiwitgehalte zonder celvermeerdering te bevatten. Röntgenologisch werd een naar links convexe lumbale scoliose gevonden. De tussenwervelspleten waren niet afwijkend.

Het canalografische beeld toont ter hoogte van de vierde lumbale tussenwervelschijf vooral aan de rechter zijde een opvallende intensiteitsverzwakking van de centrale schaduw, alsmede een defecte worteltekening aan dezelfde zijde. In zijdelingse richting geprojecteerd, blijkt de ventrale en de dorsale contrastband een normaal beeld te tonen. Tussen beide in worden vooral achter de wervellichamen van L III en L IV een plaatselijke opheldering gezien.
De operatieve exploratie leerde, dat de conus terminalis tot een ongewoon laag niveau reikte, nl. tot de grens van L IV en L V. Van hieruit liep het filum terminale straf gespannen naar caudaal. Uitgaande van het onderste einde van de conus terminalis bevond zich een lipoom, dat zich extramedullair uitbreidde.
Het derde geval van intraduraal gezwel, dat canalografisch onderzocht is, betreft een man van 39 jaar, wiens voorgeschiedenis en symptomatologie een bedriegelijke overeenkomst heeft vertoond met de gebruikelijke gegevens en bevindingen bij discusprolaps.

F.H. (reg.no 1890/55) een 39-jarige textielarbeider had reeds geruime tijd last van recidiverende pijn in het linker been. Rugpijn stond hierbij weinig op de voorgrond. De pijn straalde via de achterzijde van het bovenbeen, de kniekuil en de kuit tot in de enkelstreek uit. Zijn klachten werden door hoesten, niezen en persen geprovoceerd. De lumbale wervelkolom bleek bij bewegingen gefixeerd te zijn. De handgreep van Lasègue viel links positief uit, evenals de proeven van Naffziger en van Kemp. De gluteale musculatuur toonde een hypotonie aan de linker zijde. Aan deze zelfde zijde viel de kniepeesreflex in lichte mate en de Achillespees-

reflex daarentegen sterk verlaagd uit. Langs de linker laterale voetrand werd een hypaesthesie en hypalgesie aangegeven. De lumbale liquor bevatte een lichte eiwit- en celvermeerdering (ruim 40 mg % eiwit en 13/3 cellen). Röntgenologisch werd een wat kalkarm skelet en een versmalling van de lumbosacrale tussenwervelspleet vastgesteld; overigens werden geen afwijkingen gezien. Diverse keren werd met conservatieve behandeling (rustkuren, physiotherapie etc) een aanzienlijke verbetering bereikt.

Wegens het herhaalde recidiveren zijner klachten en verschijnselen besloot men tenslotte tot operatie over te gaan. Het praeoperatieve canalografische onderzoek gaf ter hoogte van de vierde en vijfde lendenwervel een intensiteitsvermindering van de centrale schaduw met een defecte worteltekening op de aangrenzende discale niveaux te zien. Bij de operatie werd in dit gebied intraduraal een $3\frac{1}{2}$ cm lang neurilemnoom aangetroffen en verwijderd.
Van de overige tumoren hebben zich er twee aan de canalografische waarneming onttrokken. In het ene geval betrof het een klein gezwel uitgaande van de tweede sacrale wortel, uiterst links in het sacrale kanaal gelegen. In het andere geval werd een chondroom gevonden, dat lateraal van de processus articularis superior van de dorsale zijde van het sacrum uitging en zich buiten het sacrale kanaal uitbreidde. Hiernaast moet een geval worden vermeld van reticulumcelsarcoom, dat retroperitoneaal rond de rechter ureter was uitgegroeid.

Afgezien van de urologische aspecten bestonden de klachten van deze patiënt, een 63-jarige schoenmaker (reg.no 964/55) uit pijn, die vooral in het rechter been gelocaliseerd was en langs de achterzijde van het bovenbeen tot in de kuit irradieerde. De rug toonde een lichte deviatie naar rechts. Aan de rechter zijde waren de handgreep van Lasègue bij 45° en de proeven van Kemp en het hoofdbuigsymptoom positief. De Achillespeesreflexen vielen beiderzijds laag uit. Er werden geen sensibiliteitsstoornissen aangegeven. De lumbale liquor bevatte bij herhaling een verhoogde hoeveelheid eiwit (93 en 118 mg %) en slechts weinig cellen. Röntgenologisch werd een naar links convexe lumbale scoliose en een verstreken lumbale lordose gezien. Op het niveau van L II-III en van L III-IV bestonden uitgebreide spondylotische en spondylarthrotische veranderingen. Operatieve exploratie (coll. P. W. Boer en H. Tilanus) leerde, dat de tumor zich retroperitoneaal rond de rechter ureter uitbreidde en de niersteel geheel had omgeven. Nadat nephrectomie had plaats gevonden, bleek de tumormassa zich verder mediaalwaarts tot aan de wervelkolom uit te strekken.

Hoewel hiervoor geen direct bewijs is aan te voeren, lijkt het toch wel waarschijnlijk, dat het sarcoom bovendien het wervelkanaal is binnengegroeid. De uitslagen van het liquor onderzoek vormen hiervoor een belangrijk argument.
Canalografisch is in het lumbosacrale overgangsgebied een ontbrekende worteltekening tezamen met een eenzijdig defect van de centrale contrastkolom waargenomen. Hoewel geen exploratie ter plaatse is geschied, is het zeer verleidelijk al deze bevindingen toe te schrijven aan een intrathecale uitbreiding van dit gezwel.

Tenslotte moeten nog twee gevallen van tumormetastasen in het wervellichaam van L V worden genoemd.
Eén hiervan betrof een hypernephroommetastase bij een 55-jarige man (A.B., reg.no 1658/59).

Zijn klachten bestonden uit pijn in de linker bilstreek, die via de achterzijde van het bovenbeen en de buitenzijde van het onderbeen tot in de voetrug uitstraalde. Deze klachten werden door hoesten, niezen en persen geprovoceerd. De bewegelijkheid van de rug was in het lumbale gebied vrijwel geheel opgeheven. De rug stond naar links gedevieerd en de lumbale lordose bleek geheel te zijn opgeheven. De processus spinosi van L V en S I waren pijnlijk bij druk en bekloppen; aldaar werd eveneens asdrukpijn aangegeven. De handgreep van Lasègue viel rechts bij 60° positief uit. De proeven van Naffziger en van Kemp, alsmede het hoofdbuigsymptoom waren positief. De kracht van de m.quadriceps femoris en de praetibiale spieren was aan de rechter zijde verminderd. De kniepeesreflex bleek rechts verlaagd te zijn. Behalve een verminderde vibratiezin aan de mediale zijde van de rechter voet, werden geen sensibiliteitsstoornissen gevonden.
Röntgenologisch onderzoek toonde een osteolytische haard in het corpus vertebrae van L V aan.

Het canalografische beeld laat achter het wervellichaam van L V, zich uitstrekkend tot halverwege L IV, een intensiteitsverzwakking van de centrale schaduw zien, gecombineerd met een eenzijdig defect aan de linker zijde ervan. Tevens ontbreekt aan deze zijde de periradiculaire contrasttekening. In zijdelingse projectie wordt de intensiteitsverzwakking van de schaduw der contraststof eveneens duidelijk waargenomen. De ventrale contrastband ontbreekt bijkans in het gehele traject achter het wervellichaam van L V. De dorsale contrastband toont in hetzelfde gebied een uitbochting naar achteren (afb. 39).
Operatieve exploratie leerde, dat uitgaande van het wervellichaam van L V een weke tumormassa in het wervelkanaal was binnengedrongen, die de durale zak en de afgaande wortel aldaar comprimeerde. Het gezwelweefsel werd zoveel mogelijk verwijderd. Pathologisch anatomisch onderzoek heeft deze tumor als een hypernephroommetastase geclassificeerd, hetgeen de klinische vermoedens in deze richting heeft bevestigd.
Het andere geval betreft een vrouw van 50 jaar oud (reg.no 28121). Bij obductie bleek zij aan een portiocarcinoom geleden te hebben, dat in vele organen was gemetastaseerd. Het wervellichaam van L V was door metastasen gedestrueerd. Vier maanden voor haar overlijden werd zij klinisch geobserveerd wegens lage rugpijn, die in het linker been tot de enkel irradieerde.
Het canalogram liet zien, dat de contrastschaduw nauwelijks boven de vijfde lumbale wervel was opgestegen. Ter hoogte van het lumbosacrale overgangsgebied werd aan de linker zijde, behalve een ontbrekende worteltekening, een eenzijdig defect van de centrale contrastkolom waargenomen.

In deze groep zijn voorts drie gevallen van extra- of epidurale cysten ondergebracht. Indertijd is reeds over twee dergelijke gevallen gepubliceerd (LUYENDIJK, 1955). Met de hier te beschrijven gevallen mee, zijn er derhalve 5 door ons geopereerd.
Sinds 1955 zijn nog een aantal nieuwe publicaties over dit onderwerp verschenen. Hoewel in het geheel een vijftigtal van deze congenitale epidurale cysten beschreven zijn, moet deze afwijking toch als betrekkelijk zeldzaam worden beschouwd.
In één van de drie patiënten is bij operatieve exploratie eveneens een forse brede prolaps van de lumbosacrale tussenwervelschijf aangetroffen, zodat zich in dit geval de vraag voordoet, in hoeverre het neurologische beeld en de canalografische afwijkingen op de extradurale cyste zijn terug te voeren.

E.K. (reg.no 28167) een 36-jarige huishoudster, klaagde reeds jaren over pijn onder in de rug. Sinds korte tijd was de pijn in hevige mate in het linker been tot aan de buitenrand van de voet gaan uitstralen. De klachten verergerden door hoesten en niezen. Het onderzoek, dat bij de liggende patiënt werd verricht, leerde, dat de handgreep van Lasègue aan de linker zijde bij 30° positief uitviel. Werd het rechter been tot 45° geheven dan ontstond eveneens pijn in het linker been. De onderste lumbale wervels waren drukpijnlijk. De linker onderbeenspieren toonden een hypotonie en de kracht ervan leek verminderd te zijn. De Achillespeesreflex viel aan de linker zijde sterk verlaagd uit. Langs de buitenzijde van het linker onderbeen en de linker voet werd hypalgesie en een ernstige hypaesthesie aangegeven. De liquor had een normale samenstelling. De boog van S I bleek op de röntgenfoto niet gesloten te zijn. Overigens werden geen afwijkingen gezien.

Op het canalogram wordt ter hoogte van de lumbosacrale tussenwervelschijf aan de linker zijde een defecte worteltekening en een eenzijdige indeuking van de centrale contrastkolom waargenomen. In zijdelingse projectie worden hier geen duidelijke afwijkingen gezien. Craniaal van de vijfde lumbale wervel bevindt zich opvallend weinig contrastschaduw, hetgeen de beoordeling van het beeld aldaar op de voorachterwaartse opname in de weg staat. Dit blijkt eveneens op het zijdelingse beeld zichtbaar te zijn, alwaar de schaduw der contraststof tot het niveau van de lumbosacrale tussenwervelschijf normaal van vorm en intensiteit is. Achter het wervellichaam van L V zet deze zich langs de ventrale zijde nog een eindweegs voort. Op hoger niveau is de schaduw aanzienlijk minder van intensiteit. De grens tussen deze beide partijen is scherp en wordt door een naar dorsaal en craniaal concave lijn aangegeven. Deze lijn begint aan de dorsale zijde van het wervelkanaal ter hoogte van de lumbosacrale tussenwervelschijf en reikt in craniaal- en ventraalwaartse richting tot iets boven het midden van het wervellichaam van L V, waar ze op het laatst naar ventraal ombuigt. Operatief is tussen de boog van de vijfde lendenwervel en de durale zak een extradurale cyste gevonden, reikend tot het discale niveau van L IV - V. Bij nadere

inspectie is gebleken, dat de cyste aan de rechter zijde naast de wortel door een defect in de durale zak met de inhoud ervan samenhing. Het is wel waarschijnlijk, dat deze afwijking verantwoordelijk gesteld kan worden voor de belemmerde opstijging van de contraststof craniaal van L V, alsmede voor de beschreven configuratie op het in zijwaartse richting geprojecteerde canalogram.
Een tweede geval is bij een 23-jarige man vastgesteld.

J.H.Z. (reg.no 281/57) stelde zich onder behandeling wegens enuresis nocturna, waarvan hij sinds zijn elfde jaar last had.
Het neurologische onderzoek leverde geen afwijkingen op. Wel bleek er een thoracale scoliose en een hypertrichosis in het sacrale gebied te bestaan.
Röntgenologisch werd een open boog van de gelumbaliseerde eerste sacrale wervel en een ribje aan de eerste lumbale wervel links vastgesteld. Overigens geen afwijkingen.

Op het canalogram wordt gezien, dat de centrale schaduw der contraststof craniaal van de vijfde lumbale wervel van slechts geringe intensiteit is. In het gebied van L V en de eerste sacrale geledingen toont de voor-achterwaartse opname, dat de contrastkolom in het middelste gebied een geringere schaduwintensiteit bezit dan in de laterale zones het geval is. Deze afwijking breidt zich meer naar rechts dan naar links uit. Op de overgang van S I naar S II wordt een rechtszijdig defect van de contraststuil waargenomen. Dit defect hangt met de eerstgenoemde afwijking samen, hetgeen op de halfzijdelingse opname duidelijk is waar te nemen. Bij de operatieve ingreep werd behalve de niet gesloten boog van S I, een epidurale cyste aangetroffen, die zich in het gebied van de vijfde lendenwervel en de eerste sacrale geledingen uitbreidde. Door een kleine opening in de durale zak hing de cyste met de inhoud hiervan samen.
Het pathologisch anatomisch onderzoek heeft aangetoond, dat de cystewand is opgebouwd uit een dikke buitenlaag van mesenchymaal bindweefsel met vaten, die aan de binnenzijde bekleed is met endotheliale cellen.
Het derde geval heeft bij het stellen van de diagnose moeilijkheden opgeleverd.

S.B.J. v. H. (reg.no 27494), een 23-jarige vrouw, die gedurende lange tijd in Indonesië heeft gewoond, klaagde reeds jaren over pijn in de rechter heup en het rechter been. De laatste twee jaar traden verschijnselen van moeheid in de benen naar voren, vooral aan de rechter zijde. Bij het lopen sloeg de rechter voet herhaaldelijk naar binnen toe om. Deze klachten hadden een periodiek karakter. Tijdens de laatste zwangerschap had de patiënte vrijwel geen klachten en verschijnselen, maar zes maanden na de geboorte trad weer een duidelijk recidief op. Het neurologische onderzoek toonde beiderzijds peronaeusparese aan, die aan het rechter been tot sterker ontwikkeling was gekomen dan links. De omvang van het rechter onderbeen was afgenomen. De Achillespeesreflex viel aan de rechter zijde verlaagd uit. Er werden geen duidelijke electrische ontaardingsverschijnselen

gevonden. Langs de laterale zijde van het rechter boven- en onderbeen, alsmede van de rechter voet, gaf de patiënte hypaesthesie en hypalgesie aan.
Het routine onderzoek van bloed en urine leverde behalve eosinophilie geen bijzonderheden op. De lumbale liquor bleek in tegenstelling tot de cisternale liquor een verhoogd eiwitgehalte te bevatten. De waarde hiervan varieerde in twee bepalingen van 130 tot 990 mg %. Het aantal cellen bedroeg hierbij 8/3 resp. 155/3 cellen (vnl. lymphocyten). De lumbale liquor was moeilijk te verkrijgen; alleen in zittende houding kon voldoende vocht worden opgevangen. Drukbepalingen konden derhalve niet worden verricht. Zekerheidshalve werden de reacties van Casoni en van Weinberg verricht, die echter negatief uitvielen. Röntgenologisch werd alleen een geringe lumbale torsie naar links vastgesteld.

Op het canalogram blijkt de centrale contrastkolom niet boven de vijfde lumbale wervel uit te stijgen; tot dit niveau bezit zij een grote schaduwintensiteit. Op de zijdelingse foto blijkt de contraststof langs de dorsale zijde van het wervelkanaal iets hoger te reiken dan aan de ventrale zijde nl. tot het discale niveau van L IV - V (afb. 22 en 23).
Met behulp van cisternaal ingebrachte Ethiodan is een myelografie verricht, waarbij ter hoogte van de 10de thoracale wervel een stop werd gevonden.
De operatieve exploratie, waarbij laminectomie van Th X, Th XI en L I werd verricht, bracht een grote epidurale cyste aan het licht, die een uitbreiding bezat van het niveau van Th X tot in het lumbale gebied. Door middel van een smalle steel stond de cyste door een opening in de durale zak met de inhoud hiervan in samenhang en wel ter hoogte van de 10de thoracale wervel. Na doorsnijding van de steel werd de cyste geledigd en vervolgens, voor wat haar craniale deel betreft, zoveel mogelijk verwijderd. Bij onderzoek van de cystevloeistof bleek het eiwitgehalte 75 mgr % te bedragen en het aantal cellen 15/3. Het pathologisch anatomisch onderzoek toonde aan, dat de cystewand uit collageen bindweefsel was opgebouwd, waarbij een gelijkenis met de structuur van de dura mater opviel.
Evenals in de beide vroeger gepubliceerde gevallen hebben de cysten door middel van een smalle steel met de inhoud van de durale zak in samenhang gestaan. Deze communicatie moet echter als van betrekkelijke aard worden geacht, aangezien de cysten in staat blijken te zijn de inhoud van het wervelkanaal te comprimeren; hieraan hebben de neurologische uitvalsverschijnselen hun ontstaan te danken. Dit is alleen mogelijk indien de samenhang met de liquorruimte niet volledig vrij is. Om te verklaren, dat de cyste zich wel kan vullen, doch zich zelfs onder druk niet kan ledigen, ligt het voor de hand in deze gevallen, een ventielmechanisme aan te nemen. Dat een comprimerende cyste van de liquorruimte uit een verdere vulling kan ondergaan, wordt waarschijnlijk gemaakt door de analyse van één der beide vroeger gepubliceerde gevallen (LUYENDIJK, 1955). Bij het myelografische onderzoek is hierbij namelijk

gebleken, dat de cyste door een deel van de subarachnoidaal ingebrachte contraststof gevuld is. Een zelfde waarneming is later door GARCIN cs (1958) verricht.
In het laatste in dit hoofdstuk beschreven geval kan men zich afvragen of het ventielmechanisme gedurende bepaalde perioden onwerkzaam is geweest, hierdoor zou een verklaring kunnen worden gegeven voor het intermitterende karakter van de neurologische klachten en verschijnselen. Canalografisch komen de epidurale cysten door intensiteitsvermindering van de centrale schaduw tot uiting. Dit kan de gehele centrale contrastkolom betreffen, maar soms wordt de afwijking alleen in de middelste of dorsale zone ervan waargenomen.

In deze groep bevindt zich eveneens een geval van spondylolisthesis. De canalografische bevindingen hierbij zijn tezamen met die in een ander, niet geopereerd geval, in het algemene overzicht van het canalografisch bestudeerde patiëntenmateriaal beschreven (afb. 43).
Hetzelfde geldt voor het geval van een subduraal haematoom, dat bij operatieve exploratie ter hoogte van de lumbosacrale tussenwervelschijf is aangetroffen. Tenslotte komen dan de twee laatste gevallen van deze groep aan de beurt, waarin blijkens de operatieve bevindingen zich opvallende bindweefselstrengen in de peridurale ruimte bevonden.
Bij één dezer patiënten is operatief tevens een spondylolysis van L V vastgesteld. Zoals dit in de betreffende paragraaf (XIII i) reeds is beschreven, is tussen het corpus vertebrae van L V en de durale zak tevens een dikke ronde dwarslopende bindweefselstreng aangetroffen. Deze anomalie is zeer waarschijnlijk als oorzaak te zien van de plaatselijke canalografische afwijking, gecodeerd als IIIb en B.
In het andere geval is operatief een grote en weke, vooral aan de linker zijde prominerende prolaps van de tussenwervelschijf L IV - V vastgesteld. Tevens bleek de lumbosacrale discus een smalle matig prominerende drempel te bezitten, waarmede de afgaande wortel alsmede het aangrenzende deel van de durale zak aan de linker zijde stevig vergroeid was. In het dorsomediane gebied van het wervelkanaal strekte zich een straffe bindweefselband tussen de wervelbogen uit. Deze had vooral tussen L IV en L V een opvallend sterke ontwikkeling gekregen. De bindweefselband was stevig met de durale zak vergroeid.
Het canalogram toont in dit geval een opmerkelijk beeld, dat gekenmerkt wordt door een vrijwel uitsluitend rechtszijdige contrastverbreiding boven het discale niveau van L IV - V. Het is zeer goed denkbaar, dat de dorsomediaan gelegen bindweefselband een belangrijke rol heeft gespeeld bij de scherpe scheiding der beide helften van de peridurale ruimte.

In deze paragraaf worden de canalografische en operatieve bevindingen in 16 bijzondere gevallen beschreven. Hieronder vallen 9 patiënten met tumoren (4 intraduraal, 2 carcinoommetastasen in het wervellichaam van L V, een klein neurilemnoom van de tweede sacrale wortel, een retroperitoneaal groeiend reticulumcelsarcoom en een chondroom van het sacrum), voorts 3 gevallen van epidurale cysten, een geval van spondylolisthesis, een geval van subduraal haematoom en 2 gevallen van periduraal gelegen bindweefselstrengen.

Voorzover de gezwellen zich binnen het wervelkanaal op voldoende wijze hebben uitgebreid, is canalografisch een onderbreking of een intensiteitsvermindering van de centrale schaduw waargenomen. Gewoonlijk heeft dit de contrastkolom over haar gehele breedte betroffen en is deze afwijking tezamen met een defecte worteltekening aan beide zijden gezien. In een enkel geval heeft de canalografische afwijking met een voornamelijk eenzijdig karakter op de voorgrond gestaan.

In de gevallen van extradurale cysten is canalografisch eveneens een onderbreking of schaduwverzwakking van de centrale contrastkolom waargenomen. Naar aanleiding van de in totaal 5 door ons geopereerde gevallen, wordt ingegaan op de samenhang met de liquorruimte, alsmede op de wijze, waarop de cyste zich als een ruimte innemend proces kan ontwikkelen.

Voor de canalografische afwijkingen bij de spondylolisthesis en bij het subdurale haematoom wordt naar hoofdstuk XII betreffende het overzicht van het canalografisch bewerkte patiëntenmateriaal verwezen.

Tenslotte worden nog twee gevallen beschreven, waarin bij de operatieve exploratie opvallende bindweefselformaties in de peridurale ruimte zijn aangetroffen.

XIV. VERGELIJKING VAN DE CANALOGRAFIE MET DE MYELOGRAFIE

Er bestaan verscheidene punten van verschil tussen de canalografische en de myelografische methode van onderzoek.

In de algemene inleiding zijn reeds een aantal dezer punten aan de orde geweest; deze kunnen voor beide methoden van onderzoek in zekere zin beperkingen van hun mogelijkheden inhouden. Het zou van groot belang kunnen zijn, indien we deze gestelde beperkingen aan een groot materiaal hadden kunnen toetsen. Hiervoor zou men voor alle geopereerde patiënten de uitslagen van het canalografische onderzoek niet alleen met de exploratieve bevindingen, doch eveneens met de uitkomsten van de op verschillende wijze verkregen myelogrammen moeten kunnen vergelijken.

In ons materiaal is dit slechts tot op beperkte hoogte mogelijk gebleken. Niettemin bevinden zich hieronder een aantal gevallen, die behalve canalografisch eveneens myelografisch onderzoek hebben ondergaan.

De uitkomsten van de beide methoden van onderzoek zijn met elkaar vergeleken. Bij deze vergelijking is de uitslag van het myelogram, door de betrokken röntgenoloog eertijds gegeven, naast onze beschrijving van het canalogram geplaatst. Indien volgens de beide methoden van onderzoek voor overeenkomstige niveaux afwijkingen zijn beschreven, dan is dit als overeenstemmend gewaardeerd. Verdere details betreffende de afwijkingen zijn buiten beschouwing gelaten. Veelvuldig zijn dubieuze myelografische afwijkingen voor een bepaald niveau aangegeven. Bij de vergelijking zijn deze als positief verwerkt. In de meerderheid der gevallen is bovendien toetsing aan operatieve bevindingen mogelijk geweest.

In getallen uitgedrukt blijken 72 patiënten zowel myelografisch als canalografisch te zijn onderzocht. Het myelografische onderzoek heeft in 46 gevallen met lucht plaatsgevonden; daarnaast zijn 32 patiënten met Ethiodan of Lipiodol onderzocht.

Zoals uit deze getallen moge blijken zijn zes patiënten aan de beide vormen van myelografisch onderzoek onderworpen geweest.

Aangezien er van de 72 patiënten 48 geopereerd zijn, kunnen in deze gevallen de myelografische en de canalografische afwijkingen met hun eventuele onderlinge verschilpunten aan de exploratieve bevindingen worden getoetst.

Bij de 24 overige patiënten is dit laatste uiteraard niet mogelijk. Het aantal luchtmyelografieën ligt hier relatief hoger dan in de groep van geopereerde patiënten.
Deze verhouding wordt door de volgende getallen weergegeven: 20 luchtmyelografieën en 5 Ethiodan- of Lipiodolmyelografieën in de groep van niet geopereerde patiënten, tegenover 26 myelografieën met lucht en 27 met Ethiodan of Lipiodol in de groep der geopereerde gevallen.
De operatieve bevindingen in de laatstgenoemde groep vindt men in de volgende opgave samengevat:

discusprolaps al of niet met osteochondrotische botlippen	41
benige stenose van het wervelkanaal	7
uitgezette peridurale venen	8
peridurale en/of periradiculaire vergroeiing	14
spondylolisthesis	1
spondylolysis	1
spina bifida	4
sacrale wortelcyste	5
extradurale cyste	1

In deze lijst zijn alle gevonden afwijkingen opgegeven.
Van de 72 onderzochte patiënten wordt in 23 gevallen overeenstemming gevonden tussen de myelografische en de canalografische afwijkingen. Hieronder bevinden zich 13 patiënten, die na deze onderzoekingen geopereerd zijn; de operatieve bevindingen blijken met de myelografische en de canalografische afwijkingen te correleren.
In 12 gevallen heeft het myelografische onderzoek alleen met lucht, en in 10 gevallen met Ethiodan of Lipiodol plaatsgevonden; in één geval tenslotte is zowel van lucht als van Ethiodan gebruik gemaakt. Hieraan dient te worden toegevoegd, dat in 9 van de 23 gevallen de beschrijving van het myelogram dubieuze punten heeft bevat (dit betreft 5 Ethiodan- of Lipiodol- en 4 luchtmyelografieën). Zoals hierboven reeds is opgemerkt, worden deze uitslagen toch als positief gewaardeerd. Aangezien de canalografische bevindingen in deze gevallen verre van dubieus zijn en in het algemeen meer informatie geven over de localisatie van de afwijking, krijgt de waarde van het myelografisch onderzoek hierdoor een wat geflatteerd effect.
In de 13 geopereerde patiënten zijn bij de exploratie de volgende afwijkingen gevonden:

discusprolaps al of niet met osteochondrotische botlippen	10
periradiculaire en/of peridurale vergroeiingen	3
sacrale wortelcysten	4
epidurale cyste	1

De sacrale wortelcysten zijn myelografisch alleen zichtbaar gemaakt met behulp van Ethiodan of Lipiodol, doch niet met lucht.
In 49 van de 72 patiënten is gebleken, dat er geen overeenkomst in de uitslag van het myelografische ten opzichte van het canalografische onderzoek heeft bestaan.
Van deze groep zijn 35 patiënten geopereerd. Vooral deze gevallen lenen zich tot een goede vergelijking van de beide methoden van onderzoek, doordat de verschillen aan de exploratieve bevindingen kunnen worden getoetst. In 36 myelografische onderzoekingen heeft de beschreven afwijking niet met de operatieve bevinding overeengestemd (14 maal Ethiodan- en 22 maal luchtmyelografie.)
In dezelfde groep is slechts in 4 maal vastgesteld, dat de uitkomst van het canalografische onderzoek niet met de operatieve bevindingen in overeenstemming is geweest.
In 3 gevallen is de centrale contrastkolom niet of vrijwel niet boven een afwijking op lager niveau opgestegen. In het vierde geval is op het niveau van de lumbosacrale tussenwervelschijf een — weliswaar dubieus — afwijkend beeld aangetroffen (IIb) zonder dat het operatieverslag een afwijkende bevinding met deze localisatie vermeldt.
Bij operatieve exploratie van deze 35 patiënten zijn de volgende bevindingen vastgesteld; de tussen haakjes geplaatste getallen betreffen de operatieve bevindingen in het volledige myelografische onderzochte materiaal.

discusprolaps, evtl. met osteochondrotische botlippen	31 (41)
benige stenose van het wervelkanaal	7 (7)
uitgezette peridurale venen	8 (8)
periradiculaire en/of peridurale vergroeiing	11 (14)
spondylolysis	1 (1)
spondylolisthesis	1 (1)
spina bifida	4 (4)
sacrale wortelcyste	1 (5)

Voor deze getallen gelden dezelfde opmerkingen als hierboven zijn gemaakt ten aanzien van alle geopereerde en myelografisch onderzochte gevallen.
Worden de verschillende operatieve afwijkingen meer gedetailleerd bestudeerd, dan blijkt het myelografisch onderzoek voor 18 van de 31 discusprolapsen geen voldoende aanwijzingen te hebben opgeleverd, zulks in tegenstelling tot het canalografische onderzoek.
Hieronder bevindt zich een patiënt, waar de myelografie zowel met lucht als met Lipiodol is verricht.
De discusprolapsen waren in 6 gevallen tussen L IV en L V gelocaliseerd

en in 12 gevallen tussen L V en S I. Dat bij de lumbosacrale tussenwervelschijf een betrekkelijk groot aantal dezer gevallen is gelocaliseerd, behoeft weinig verwondering te wekken: de durale zak ligt op deze hoogte vaak niet meer direct tegen de ventrale wand van het wervelkanaal aan. MCCARTHY (1955) noemt dit als één van de 'pittfalls' van de myelografie. Het myelografische onderzoek werd 7 × met Ethiodan of Lipiodol en 12 × met behulp van lucht verricht.

Voorts valt op, dat het myelografische onderzoek in een aantal andere groepen van afwijkingen teleurstellende uitkomsten heeft opgeleverd. Dit geldt vooral voor de benige stenose van het wervelkanaal en de uitgezette peridurale venen, en voorts in iets mindere mate voor de periradiculaire en peridurale vergroeiingen. Gewoonlijk gaan deze anomalieën met duidelijke canalografische afwijkingen gepaard.

Dit verschil is te verklaren, doordat de genoemde anomalieën in belangrijk mindere mate in staat zijn een vormverandering van de liquorruimte teweeg te brengen dan bv. voor een omvangrijke discusprolaps geldt.

Tenslotte blijft de groep van de 14 niet geopereerde patiënten over, waar de uitslagen van de myelografie met die van de canalografie punten van verschil hebben. De mogelijkheid om deze verschilpunten aan bij exploratie gevonden afwijkingen te toetsen bestaat hier niet, zodat men voor deze groep in het ongewisse blijft voor wat de doeltreffendheid der respectieve onderzoekingsmethoden betreft. Wel valt op, dat in 13 gevallen de myelografie (3 maal met Ethiodan of Lipiodol en 10 maal met lucht) in gebreke is gebleven, terwijl canalografisch wel degelijk afwijkingen zichtbaar zijn geworden. Het omgekeerde is slechts éénmaal waargenomen.

SAMENVATTING

De uitkomsten van myelografisch en canalografisch onderzoek van 72 patiënten, worden onderling vergeleken. Myelografie heeft in 6 gevallen zowel met lucht als met Ethiodan of Lipiodol plaatsgevonden. In totaal is de myelografie 46 maal met lucht en 32 maal met Ethiodan of met Lipiodol verricht. De uitslagen van de myelografie door de betrokken röntgenoloog beschreven, zijn met de eigen codering der canalogrammen vergeleken. Myelografische afwijkingen, die als dubieus zijn gewaardeerd, zijn als positief verwerkt. Overeenkomst tussen de uitslagen van de beide vormen van onderzoek is aangenomen, wanneer de afwijking hetzelfde niveau heeft betroffen.

48 patiënten zijn geopereerd, zodat in deze gevallen de röntgenologische

afwijkingen bovendien met de exploratieve bevindingen vergeleken zijn. In 23 patiënten is overeenkomst tussen de uitslagen van de canalografie en de myelografie vastgesteld. De operatieve bevindingen in 13 gevallen dezer groep kwamen alle geheel met de röntgenologische afwijkingen overeen.

Bij 49 van de 72 patiënten bleken de uitslagen van de canalografie met die van de myelografie punten van verschil te tonen.

Van deze groep werden 35 patiënten geopereerd.

De myelografische afwijkingen stemden in 36 onderzoekingen niet met de operatieve bevindingen overeen. Ten aanzien van de canalografie gold dit slechts voor 4 gevallen. In 3 hiervan bevond zich op een lager niveau eveneens een afwijking, die een belemmering vormde voor het verdere opstijgen van de periduraal ingespoten contraststof.

In de geopereerde gevallen bleek het myelografische onderzoek gefaald te hebben 18 van de 31 discusprolapsen aan te tonen. Deze tekortkoming werd door nog hogere getallen aangegeven voor wat betreft de benige stenosen van het wervelkanaal, de peridurale en periradiculaire vergroeiingen en de uitgezette peridurale venen. Daartegenover bleken sacrale wortelcysten op bevredigende wijze door myelografisch onderzoek te worden aangetoond.

SLOTBESCHOUWING EN SAMENVATTING

Onder canalografie (peridurografie) wordt een röntgenologische methode van onderzoek verstaan, waarmede de vorm en de uitbreiding van de peridurale ruimte in het lumbosacrale deel van het wervelkanaal wordt nagegaan.

De peridurale ruimte bevindt zich tussen de spinale dura mater — of zo men wil het binnenblad ervan — en de wanden van het wervelkanaal. Zij reikt van hoog cervicaal tot sacraal en bevat de uittredende wortels, vaten, losmazig bindweefsel en vet. Caudaal van de eindiging van de durale zak bevindt zich in het sacrale kanaal gelegen, het filum durae matris. De peridurale ruimte hangt via de intervertebrale foramina met de paravertebrale en praesacrale bindweefselgebieden samen. In deze openingen bevindt zich een bindweefselachtige verbinding tussen de passerende wortels en vaten en de randen der foramina. Deze bindweefselformatie is in de litteratuur bekend onder de naam van het ligament van CHARPY. Behalve door de intervertebrale foramina hangt de peridurale ruimte via de hiatus sacralis met het onderhuidse bindweefsel samen.

De peridurale ruimte wordt in haar vorm en uitbreiding bepaald door de wijze, waarop de durale zak aan de wanden van het wervelkanaal is gefixeerd. Dit vindt oa. door de uittredende wortels plaats. Voorts wordt beschreven, dat bindweefselverdichting aan de ventrale zijde van de durale zak enige fixatie aan de overeenkomstige wand van het wervelkanaal tot stand brengt. Nergens is in de litteratuur een aanwijzing gevonden van een fixatie aan de dorsale wand van het wervelkanaal.

Bij de canalografie wordt de peridurale ruimte met behulp van een naald via de hiatus sacralis gepuncteerd, waarna contraststof wordt ingespoten. Hiervoor worden dezelfde middelen gebruikt als voor arteriografie (Diodon, Urografin ed.). De uitbreiding van de ingespoten contraststof reikt gewoonlijk tot hog lumbaal. Door nu in verscheidene richtingen röntgenfoto's te maken, is het mogelijk de peridurale ruimte in het lumbale wervelkanaal alsmede in het sacrale kanaal te bestuderen. De ervaring heeft geleerd, dat de contraststof vrij snel wordt geresorbeerd en gewoonlijk na een half uur tot drie kwartier in de nierbekkens en de urineblaas wordt teruggevonden.

Bij deze studie zijn 460 patiënten betrokken, die voor canalografisch

onderzoek in aanmerking zijn gekomen. In een aantal gevallen is de canalografie mislukt (7,8 %). De oorzaak hiervan wordt voor een deel verklaard, doordat de hiatus sacralis te nauw of benig afgesloten was. In een ander deel der gevallen werd tijdens de punctie een vene aangeprikt, zodat de contraststof intraveneus werd ingespoten en de canalografie in een pyelografie veranderde. Daarnaast is het onderzoek enkele malen mislukt door een deformiteit van het dak van het sacrale kanaal, hetzij dat dit niet verbeend was, hetzij dat de hiatus ongewoon hoog reikte. Tenslotte is het contrastmateriaal in enige andere gevallen op onvoldoende wijze in het lumbale wervelkanaal opgestegen, doordat veel hiervan door de sacrale foramina is afgevloeid.

Zoals vermeld, zijn vorm en uitbreiding van de peridurale ruimte op de in verschillende richtingen gemaakte canalogrammen bestudeerd. Op de met zijdelingse stralengang genomen foto wordt gezien, dat de contraststof zich als een betrekkelijk dunne laag tussen de durale zak en de voorwand van het wervelkanaal heeft uitgebreid. Deze wordt dan als een dunne doch intensieve schaduw waargenomen. Uit de vorm van deze ventrale contrastband valt af te leiden, dat de peridurale ruimte zich tussen de durale zak en de ventrale wand van het wervelkanaal in een min of meer frontaal vlak met een geringe dorsoventrale afmeting uitbreidt. Deze afmeting is niet overal gelijk; achter een tussenwervelspleet is ze gering en achter een wervellichaam gewoonlijk groter. De afmeting neemt als regel van de craniale en caudale rand tot het midden van een wervellichaam toe.

De smalle contrastband grenst naar dorsaal gewoonlijk scherp aan een lichtere middenzone. Dorsaal hiervan gaat deze op meer geleidelijke wijze over in een bredere dorsale contrastband. Het ligt voor de hand aan te nemen, dat de peridurale ruimte ter hoogte van de lichtere middenzone een geringe afmeting bezit; met de localisatie van de durale zak in het wervelkanaal voor ogen, alsmede zijn verankering aan de afgaande wortels in de laterale gebieden ervan, is het waarschijnlijk, dat deze daar breed staat uitgespannen en voor het beeld van de lichtere middenzone verantwoordelijk gesteld moet worden.

Op grond van de breedte en schaduwintensiteit van de dorsale contrastband, kan worden aangenomen, dat de peridurale ruimte in het achterste gebied van het wervelkanaal een grotere afmeting bezit dan aan de voorzijde. De wijze van uitbreiding valt echter niet zonder meer uit de in zijdelingse richting gemaakte canalogrammen af te leiden.

Het in voorachterwaartse richting gemaakte canalogram geeft als regel de centrale contrastkolom te zien. De intensiteit van haar schaduw is in de laterale zone minder groot dan in het middengebied. Van de laterale zones uit wordt verder naar lateraal en caudaal lopend een uitbreiding

van de contraststof in het intervertebrale foramen rond de afgaande en uittredende wortels waargenomen (periradiculaire of worteltekening). Hierop zal in het volgende worden teruggekomen. In de middenzone van de centrale contrastschaduw wordt als regel een smalle witte streep gezien, die hier als de lichte middenlijn is beschreven. Nadere bestudering heeft tot de conclusie geleid, dat de oorzaak hiervan gezocht moet worden in het dorsale gebied van de peridurale ruimte. Het vermoeden, dat zich aldaar een mediane plooi van de durale zak bevindt, is door operatieve exploratie bevestigd (plica mediana dorsalis). De vorming hiervan vindt zijn oorzaak in de mediane fixatie van de durale zak aan de onderzijde van de lumbale wervelbogen.

Op de in halfzijdelingse richting genomen canalogrammen wordt langs de zijde der wervelbogen, die met de stralenrichting samenvallen, een betrekkelijk smalle intensieve scherp begrensde schaduw gezien. In de richting van de wervellichamen wordt deze begrensd door een lichtere zone. Deze laatste grenst verder naar voren aan een brede band van matige schaduwintensiteit. Het wordt hierdoor waarschijnlijk gemaakt, dat de peridurale ruimte zich rond de op dwarse doorsnede min of meer driehoekige durale zak bevindt. Deze driehoekige vorm komt tot stand door de dorsale mediane en daarnaast de bilaterale ventrale fixatie van de durale zak. De peridurale ruimte bevindt zich langs de voorzijde hiervan alsmede in een beiderzijds dorsolateraal ervan gelegen areaal. Bovendien zet ze zich om de afgaande wortels in de intervertebrale foramina voort. In vele gevallen kan de periradiculaire schaduw der contraststof tot paravertebraal worden vervolgd. In deze gevallen hangt de peridurale ruimte blijkbaar ongestoord met de paravertebrale gebieden samen en vormt het ligament van CHARPY hier geen barrière. In de litteratuur wordt aangenomen, dat wel degelijk een barrièrewerking kan bestaan en dat deze met het klimmen der jaren een grotere invloed gaat uitoefenen, zodat volgens sommige auteurs (oa. BROMAGE, 1954) zelfs met een volledige afsluiting rekening moet worden gehouden. Dit kan van belang zijn bij het tot stand brengen van peridurale anaesthesie. Aan de hand van de canalogrammen is voor de verschillende leeftijdsklassen de samenhang van de peridurale ruimte met de paravertebrale gebieden nagegaan. Uit dit onderzoek is niet gebleken, dat de toename der barrièrewerking in de intervertebrale foramina bij oudere mensen van significante betekenis is. Wel krijgt men de indruk, dat de barrièrewerking in de lumbale en lumbosacrale foramina intervertebralia op hogere leeftijd enigszins is toegenomen. Dit geldt echter in het geheel niet voor de foramina sacralia anteriora. Het is te verwachten, dat bij een aantal ziekelijke aandoeningen, die in het lumbale wervelkanaal of het sacrale kanaal zijn gelocaliseerd, ver-

anderingen van de normale vorm en uitbreiding van de peridurale ruimte teweeg zullen worden gebracht. Het behoeft nauwelijks betoog, dat dit zal gelden voor discusprolaps, benige stenose van het lumbosacrale wervelkanaal, peridurale en/of periradiculaire vergroeiingen en perineurale sacrale wortelcysten. Deze afwijkingen hebben veelal een ischialgie van radiculair karakter tot gevolg, al of niet met eveneens radiculaire prikkelings- of uitvalsverschijnselen gepaard gaande. In een kleiner aantal gevallen worden de verschijnselen van het orthotische caudasyndroom of van compressie der caudavezels gevonden. Hoewel het klinische beeld in een aantal gevallen van discusprolaps zo duidelijk is, dat geen grote behoefte aan röntgenologisch onderzoek met contraststof bestaat, is dit voor andere gevallen wel degelijk het geval. De indicatie tot canalografie wordt gesteld, wanneer na het klinisch neurologische en aanvullend röntgenologische onderzoek een aantal diagnostische vraagpunten zijn blijven bestaan. De onderzochte patiënten in dit materiaal zijn volgens deze richtlijnen behandeld, afgezien van een kleine honderd gedurende de beginperiode van het canalografische onderzoek. In deze groep is ter eigen informatie in elk geval van radiculaire ischias of een hierop gelijkend beeld canalografie verricht.

Ter voorkoming van complicaties dient ten alle tijde vermeden te worden, dat de contraststof in de liquorruimte wordt ingespoten. Zowel uit beschrijvingen in de litteratuur als uit eigen ervaringen (bij onderzochte patiënten en daarnaast bij proefdieren) is gebleken, dat hierdoor enige tijd na de inspuiting heftig pijnlijke krampen kunnen optreden, die de patiënt in een toestand van ernstige shock kunnen brengen. Hoewel door tijdige intraveneuze toediening van een kleine dosis Pentothal, voortgezet gedurende de periode dat de neiging tot krampen blijft bestaan, onze patiënten na 24 uur weer geheel hersteld waren, blijft waakzaamheid geboden.

Ten einde deze complicatie te vermijden, wordt het raadzaam geacht geen lumbale punctie te verrichten voordat canalografie plaats zal vinden ofwel tussen deze punctie en het canalografische onderzoek een ruime tijd van minstens twee en liefst drie weken te laten. Voorts is het gewenst in voorachterwaartse en in zijdelingse richting röntgenfoto's van het sacrum te nemen, voordat de contraststof wordt ingespoten, teneinde de positie van de naald te controleren. De punt van de naald mag hierop de grens van de derde en vierde sacrale geleding niet overschrijden en de naald mag niet ver van het mediane vlak afgeweken staan. Onder deze omstandigheden is de kans om het caudale einde van de durale zak, wortelscheden of hiervan uitgaande perineurale cysten aan te prikken tot een minimum beperkt. In gevallen, waar ernstige verschijnselen van status dysraphicus bestaan, moet met de mogelijkheid van vormanoma-

lieën binnen het wervelkanaal rekening worden gehouden. Aangezien — zoals aan de hand van een dergelijk geval beschreven is — de durale zak dan tot een abnormaal laag caudaal niveau kan reiken, ga men onder deze omstandigheid met de grootst mogelijke voorzichtigheid te werk. In verband met het eerstgenoemde advies om de lumbale punctie eerst na het canalografische onderzoek te doen plaatsvinden, is de vraag gerezen of de periduraal ingespoten contraststof veranderingen in de samenstelling van de lumbale liquor teweeg kan brengen.

Deze vraagstelling is aanleiding geweest tot een onderzoek bij twee groepen van patiënten. In de eerste groep van 13 patiënten is op verschillende tijdstippen voor en na de canalografie de samenstelling van be lumbale liquor onderzocht; in de tweede groep van 8 patiënten heeft hetzelfde onderzoek op twee tijdstippen na de canalografie plaatsgevonden. De uitkomst van dit onderzoek heeft nooit ernstige veranderingen aangetoond. In een derde der gevallen is een lichte verhoging van het totale eiwitgehalte vastgesteld. Veranderingen in het celgehalte zijn op één geval na, nimmer op de voorgrond getreden.

Zoals reeds hierboven is uiteengezet, worden bij verschillende aandoeningen in het gebied van het lumbale wervelkanaal en het sacrale kanaal afwijkende beelden op het canalogram waargenomen. Teneinde deze afwijkingen nader te kunnen bewerken zijn een aantal grondpatronen opgesteld, die op zichzelf staand of in verschillende onderlinge combinaties de canalografische afwijkingen kunnen vormen. Deze grondpatronen zijn zowel voor het in voorachterwaartse, als in zijdelingse richting genomen canalogram opgesteld. Elk grondpatroon wordt door een codenummer aangegeven. (Op de voorachterwaartse foto: I, IIa, IIb, IIIa, IIIb, IIIc, en IIId, en op de zijdelingse opname: A en B). Hierdoor is het mogelijk geworden elke gevonden canalografische afwijking in één of meer grondpatronen te ontleden en deze met het codenummer of de combinatie hiervan aan te geven. Hierbij worden aan de codenummers behorend bij een afwijking op het voorachterwaartse canalogram, de aanduiding van het grondpatroon toegevoegd, dat op het zijdelingse beeld op hetzelfde niveau wordt gezien. Voor beschrijving, overzicht en schematische afbeeldingen van de grondpatronen moge worden verwezen naar hoofdstuk V (afb. 7, 8, 8a en 9) en naar pag. 220.

Behalve de canalografische afwijkingen, die uit grondpatronen worden samengesteld, zijn enkele andere te vermelden, die grotendeels op zijdelings genomen foto's worden gezien en kenmerkend voor een bepaalde afwijking zijn.

Zo wordt bij een aantal gevallen van benige stenosen van het wervelkanaal ter plaatse van de naar binnen drukkende boog een indeuking

of ook wel een locale intensiteitsvermindering der schaduw van de dorsale contrastband waargenomen.
Bij spondylolisthesis wordt ter plaatse van het afgeschoven wervellichaam een opvallende verbreding gezien van de ventrale contrastband, die daar een min of meer driehoekige vorm krijgt.
Indien perineurale wortelcysten in het sacrale kanaal aanwezig zijn, kunnen deze canalografisch op tweeërlei wijze zichtbaar worden: of wel ze worden op de voorachterwaartse foto als min of meer bolvormige intensieve schaduwen, ofwel als gelijkvormige uitsparingen in de sacrale contrastkolom gezien. De laatste mogelijkheid doet zich veelvuldiger voor dan de eerstgenoemde.
Teneinde de canalografische afwijkingen bij verschillende aandoeningen nader te bestuderen is voor elk de frequentie van de diverse grondpatronen bepaald. Deze is berekend naar het aantal niveaux waar canalografische afwijkingen zijn waargenomen. In de groepen van aandoeningen, die nader zijn bestudeerd, zijn slechts operatief gecontroleerde gevallen ondergebracht. De hier bedoelde aandoeningen zijn de volgende: discusprolaps, discusprolaps met flankerende osteochondrotische botlippen, benige vernauwing van het lumbale wervelkanaal, uitgezette peridurale venen, peridurale en/of periradiculaire vergroeiingen, spina bifida occulta, verdikt ligamentum flavum, sacrale wortelcysten en spondylolysis. Tenslotte is een groep van bijzondere gevallen op casuistische wijze beschreven. Dit geldt eveneens voor de groep van sacrale wortelcysten, die op het canalogram door karakteristieke afwijkingen opvallen, die buiten het schema van de grondpatronen liggen.
Bij de samenstelling dezer groepen is zoveel mogelijk een selectie toegepast en wel zodanig, dat de betrokken aandoening niet door een andere bijkomstige afwijking gecompliceerd is geweest. De schaduwzijde van deze vorming van „zuivere" groepen is, dat het materiaal voor sommige aandoeningen zeer beperkt is geworden, hetgeen een verantwoorde statistische bewerking belemmerde. Vooruitlopend op de nadere wijze van bestudering, is hierop voor een aantal groepen een uitzondering gemaakt, zoals uit tabel VII moge blijken. De groepen van de benige vernauwingen van het lumbale wervelkanaal en van de peridurale en of periradiculaire vergroeiingen zijn zowel nader bestudeerd voorzover het de „zuivere" gevallen betreft, als voor de gecompliceerde gevallen. Wat de laatste betreft is gebruik gemaakt van een eliminatieprocedure waarbij de frequentie der grondpatronen in de gehele groep verminderd is met die, welke geacht kunnen worden voor rekening van de complicerende afwijkingen te komen.
De uitkomsten van de analyse der canalografische afwijkingen per groep zijn in tabellen ondergebracht. Hierin kan worden afgelezen met welke

frequentie de verschillende grondpatronen voorkomen, zowel wat het totale aantal, als de onderlinge combinatie en de op zichzelf staande grondpatronen betreft. De opbouw van deze tabellen is beschreven aan de hand van een schema (hoofdstuk XIII). De uitkomsten der canalografische analyse van de verschillende groepen zijn onderling vergeleken, vooral met de groep van discusprolapsen. De gevonden verschillen zijn volgens statistische berekening op significantie onderzocht.
Behalve voor de verschillende groepen van aandoeningen heeft eenzelfde analyse plaatsgevonden voor het gehele onderzochte materiaal, waarbij de groep van geopereerde patiënten vergeleken is met die der niet geopereerde. Met uitzondering voor de grondpatronen IIIa en IIId blijken er echter tussen de beide groepen geen significante verschillen te bestaan, indien men de totale frequenties vergelijkt. Beperkt men zich tot de frequenties van de op zichzelf staande grondpatronen, dan blijkt deze voor I in de niet geopereerde groep significant hoger te liggen, in tegenstelling tot IIIa, waarvan de frequentie in de geopereerde groep door een significant hoger getal wordt weergegeven. In de geopereerde groep wordt derhalve een defecte worteltekening frequenter in combinatie met andere grondpatronen waargenomen. Daarnaast komen de grondpatronen IIIa en IIId, die elk echter een kleine groep onder de canalografische afwijkingen vormen, veelvuldig voor. Dit zijn bij elkaar echter weinig indrukwekkende verschilpunten, die voor de praktijk van gering belang zijn. Zoals in hoofdstuk X is vermeld, heeft de uitslag van een canalografisch onderzoek als zodanig nimmer de indicatie tot een operatieve ingreep gevormd. Hoogstens heeft deze in gevallen, waar men op grond van de klinische gegevens twijfelde, hiertoe in positieve of in negatieve zin, bijgedragen. Omgekeerd kan men in het algemeen aan het bovenstaande toevoegen, dat vele patiënten, waarbij de canalografische afwijkingen op duidelijke wijze een bevestiging van de vermoede aandoening verschaften, met conservatieve behandeling op bevredigende wijze hersteld zijn.
Voor de groep van ongecompliceerde discusprolapsen geeft tabel IX een overzicht van de frequentie der grondpatronen. De hoogste waarden worden gevonden voor I, IIa, IIIc, A en B. Van de overige grondpatronen vallen alleen IIb en IIIb met waarden van omstreeks 10 % op.
Van de onderlinge combinaties worden die van I met IIa en I met IIIc, alsmede die van I, IIa en IIIc met A en B het meeste gezien. De grondpatronen A of B zijn nooit als op zichzelf staande afwijkingen gezien, wanneer op het voorachterwaartse canalogram geen afwijkingen zijn vastgesteld. De canalografische afwijkingen blijken onafhankelijk te zijn van het niveau van de discus, waarvan de prolaps is uitgegaan. Wel blijken aanzienlijke verschillen te bestaan tussen de discusprolapsen met

een laterale localisatie en die, welke geen overwegend laterale localisatie bezitten. Zoals verwacht kan worden, staan in de eerstgenoemde groep de grondpatronen I en II op de voorgrond, met significante waarden voor I en IIa. In de tweede groep zou men voor de grondpatronen, die als III kunnen worden samengevat, hetzelfde verwachten. Dit blijkt echter niet het geval te zijn. Waarschijnlijk moet dit worden toegeschreven aan de omstandigheid, dat discusprolapsen met een overwegend laterale localisatie vaak met een drempelvorming over de gehele breedte van de aangedane tussenwervelschijf gepaard gaan. De genoemde verschillen treden nog sterker naar voren, indien men de vergelijking beperkt tot een ondergroep, waar bij operatie opvallend grote prolapsen zijn vastgesteld.
Vergelijkt men hiermede de groep van discusprolapsen met flankerende osteochondrotische botlippen, dan worden slechts geringe verschillen waargenomen. Alleen voor IIIc wordt een opvallend hogere frequentie gevonden. Dit verschil blijkt bij statistische berekening op de grens van significant te zijn. De combinatie van I met IIIc biedt geen significant verschil. De grondpatronen IIIb en IIId worden in deze groep niet aangetroffen. Welke betekenis men hieraan kan hechten, valt zonder tot speculatieve overwegingen over te gaan, moeilijk te bedenken.
In de groep van benige vernauwing van het lumbale wervelkanaal worden voor de grondpatronen I, IIIa, IIIb, IIIc en A de hoogste frequenties vastgesteld.
Na eliminatie der grondpatronen, die door complicerende afwijkingen teweeg zijn gebracht, treden de kenmerken dezer groep duidelijker naar voren.
Het grondpatroon I heeft, hoewel het veelvuldig wordt aangetroffen, een lagere frequentie dan in de beide vorige. Dit verschil blijkt significant te zijn, evenals dit voor de combinatie van I met IIa geldt. De combinatie van I met IIb daarentegen verschilt voor de beide groepen niet significant. Wordt deze vergelijking doorgetrokken dan worden significant hogere waarden voor IIIa en IIIb gevonden. Voor IIa daarentegen wordt een aanzienlijk lager getal vastgesteld, dat op significante wijze met de beide vorige groepen verschilt. In mindere mate kan een dergelijk verschil voor B worden aangewezen, dat echter van niet significante betekenis blijkt te zijn. Wordt deze groep met die der discusprolapsen met flankerende botlippen vergeleken, dan blijkt het verschil in frequentie van B echter wel significant te zijn. Aangezien de benige vernauwing van het wervelkanaal als regel door de wervelboog in zijn gehele breedte tot stand komt, vormt het veelvuldig voorkomen van IIIa, IIIb en IIIc geen verrassing, evenmin als de lagere frequentie van I, IIa en B.
Behalve aan deze verschillen is aandacht besteed aan afwijkingen van de dorsale contrastband ter hoogte van de drukkende wervelboog. Hierbij

is vooral aan de dorsale indeuking veel belang gehecht. Wordt deze afwijking gevonden, dan kan men er vrijwel zeker van zijn, dat ter plaatse een benige stenose van het wervelkanaal bestaat, mits een spondylolisthesis kan worden uitgesloten.
Als vierde groep, die voor een nadere analyse voldoende groot geacht is, zijn de canalografische afwijkingen bij peridurale en/of periradiculaire vergroeiingen met de groep der discusprolapsen vergeleken. Ook hierbij is van de eliminatieprocedure gebruik gemaakt. In het algemeen zijn voor veel grondpatronen overeenstemmende frequenties vastgesteld. Significant verschil wordt gevonden voor het grondpatroon IIb, terwijl aan de hogere frequentie van IIIb geen ernstige betekenis mag worden gehecht. Evenmin blijkt de combinatie van I met IIb ten opzichte van de andere groepen significante verschillen op te leveren. In deze groep wordt B van de op zichzelf staande zijdelingse grondpatronen wel aangetroffen, zonder dat op het voorachterwaartse canalogram afwijkingen zijn gezien, voorzover dit hetzelfde niveau betreft. Overigens worden de zijdelingse grondpatronen in de ondergroep van ongecompliceerde gevallen minder veelvuldig vastgesteld. Dit geldt vooral voor A, waarvoor het verschil met de groep der discusprolapsen van significante aard is.
Voor de vier vergeleken groepen van aandoeningen zijn de meest in het ooglopende frequenties van grondpatronen en hun combinaties in tabel XV neergelegd. Van de waarden, die 11 % of meer bedragen, zijn de betroffen hokjes dik omlijnd. De waarden, die als significant verschillend met andere groepen zijn vermeld, zijn cursief gedrukt.
Op de betekenis der gevonden verschillen is in de betroffen hoofdstukken ingegaan, waarbij zoveel mogelijk getracht is een verklaring hiervoor te vinden. Voorts wordt de groep van sacrale perineurale wortelcysten beschreven, waarin 10 patiënten met in het geheel 21 cysten zijn ondergebracht. Deze gingen grotendeels uit van de tweede en derde sacrale wortels en varieerden in omvang van erwt- tot duiveneigroot. Behalve door de reeds beschreven canalografische afwijkingen kan de diagnose in enkele gevallen röntgenologisch worden gesteld, doordat de cysten aanleiding hebben gegeven tot duidelijke usuur van het sacrum.
De eventuele communicatie van de wortelcysten met de liquorruimte is, zoals reeds bij de complicaties van de canalografie is beschreven, een belangrijk vraagstuk. Hierop wordt in de bestudeerde gevallen nader ingegaan. Tenslotte wordt een groep van bijzondere gevallen casuistisch beschreven. Hieronder vallen een aantal tumoren, uitgaande van intradurale structuren, van het wervellichaam resp. van paravertebraal weefsel. Voorts worden drie gevallen van epidurale cyste, twee gevallen van opvallende peridurale bindweefselstrengen, een geval van spondylolis-

TABEL XV

Overzicht van de meest voorkomende grondpatronen en hun onderlinge combinaties in vier nader bestudeerde groepen van afwijkingen. De getallen geven de procentueel berekende frequenties weer. Waarden van 11 % en hoger zijn dik omlijnd. Frequenties, die significant van andere groepen verschillen, zijn cursief gedrukt.

TABLE XV

The most frequent basic patterns and their mutual combinations in four groups of abnormalities which were studied in greater detail. The figures give the frequencies calculated percentually. Values of 11 % and higher are heavily outlined. Frequencies which differ significantly are printed in italics.

Afwijking Abnormality	I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	I+IIa	I+IIb	I+IIIc	A	B
discusprolaps disk prolapse	73,8	33,0	8,7	4,9	10,7	23,3	30,1	5,8	20,4	35,0	27,2
discusprolaps met flankerende botlippen disk prolapse with osteochondrotic bone lipping	70,4	37,4	11,1	3,7	—	*40,7*	29,6	7,4	33,3	35,9	40,7
benige stenose van het wervelkanaal developmental narrowing of the vertebral canal	*46,2*	*7,7*	7,7	*28,2*	*48,7*	30,8	*5,1*	2,6	28,2	30,8	*12,8*
peridurale/perirad. vergroeiingen peridural/periradicular adhesions	60,4	33,3	*22,9*	4,2	16,7	16,7	22,9	14,6	16,7	29,2	22,9

thesis en een geval van subduraal haematoom uitvoerig vermeld. Voor 72 patiënten is het mogelijk geweest de uitkomsten van canalografisch en myelografisch onderzoek met elkaar te vergelijken. 48 patiënten hiervan zijn geopereerd, zodat in deze groep bovendien nog een vergelijking met de operatieve bevindingen mogelijk is geweest.
In 23 gevallen is overeenkomst tussen de beide methodes van röntgenologisch onderzoek vastgesteld; in de 49 overige gevallen zijn punten van verschil gevonden. Van de laatstgenoemde groep werden 35 patiënten geopereerd. De bevindingen bij de exploratie stemden niet overeen met de uitslagen van het myelografische onderzoek. In tegenstelling hiertoe was dit op 4 gevallen na wel het geval voor de bevindingen bij de canalografie. (In drie gevallen hiervan bevond zich op een lager niveau eveneens een afwijking, die een belemmering had gevormd voor het verdere opstijgen van de periduraal ingespoten contraststof). De tekortkomingen van het myelografische onderzoek betroffen, behalve 18 van 31 onderzochte gevallen van discusprolaps, vooral de benige stenosen van het wervelkanaal, de peridurale en/of periradiculaire vergroeiingen en de uitgezette peridurale venen.
Voor alle 241 geopereerde patiënten verschafte het canalografische onderzoek slechts zeven maal onvoldoende informaties. Evenals in het voorgaande zijn zonder uitzondering caudaal van het betroffen niveau andere afwijkingen gevonden, zoals sterk prominerende discusprolapsen, benige wervelstenosen of — zoals bij heroperaties — uitgebreide peridurale vergroeiingen. Deze anomalieën hebben een verder opstijgen van de contraststof belemmert, waardoor de afwijkingen op hogere niveaux canalografisch niet zichtbaar gemaakt konden worden.
In omgekeerde zin kan men zich afvragen, of op niveaux, waar bij operatie geen pathologische bevindingen zijn gedaan, canalografisch wèl afwijkingen zijn gevonden. Dergelijke gevallen zijn er inderdaad. Wil men de betekenis hiervan nagaan, dan dient men deze gevallen nader te analyseren. Voor al deze gevallen geldt overigens, dat bij de operatie op naburige niveaux forse afwijkingen zijn gevonden, die tevoren canalografisch duidelijk tot uiting waren gekomen. Nimmer is een patiënt geopereerd, waar bij exploratie in het geheel geen afwijkingen werden aangetroffen, terwijl deze op het canalogram wel aanwezig leken te zijn. Bepalen wij ons thans tot de gevallen, waarin canalografische afwijkingen zijn gevonden op niveaux, waar bij operatie — in tegenstelling tot naburige gebieden in het wervelkanaal — geen afwijkingen zijn vastgesteld, dan kunnen de volgende groepen worden vermeld.
In zes gevallen werd slechts het grondpatroon A gezien. Het is waarschijnlijk, dat deze afwijking nog binnen de normale variatiebreedte viel. In elk geval is het gewenst dit grondpatroon, wanneer het

geheel op zichzelf staat, met veel voorzichtigheid te interpreteren. In drie gevallen werd het grondpatroon IIIc gezien, zij het niet al te duidelijk uitgebeeld. In al deze gevallen werd bij de operatie opvallend veel vet ter plaatse gevonden, vooral praeduraal. Deze bevinding was van dien aard, dat het in het operatieverslag werd vermeld, hetgeen hiervoor een uitzondering is. Het lijkt derhalve wel zeer goed mogelijk de canalografische afwijking in samenhang hiermede te zien.

In drie andere gevallen werden canalografische afwijkingen beschreven in die helft van het wervelkanaal, waar de contraststof niet op normale wijze was opgestegen op grond van een eenzijdige obliteratie van de peridurale ruimte op lager niveau. De waarde van de bedoelde canalografische afwijkingen is derhalve zeer dubieus.

Afgezien van nog zes andere gevallen, waar bij normaal opgestegen contraststof zeer dubieuze afwijkingen in het canalografische beeld zijn gezien, moeten tenslotte drie gevallen worden vermeld met duidelijke eenzijdige afwijkingen (grondpatroon I), waarvoor bij operatie geen verklaring is gevonden, terwijl men anders had verwacht.

Wanneer de laatste bladzijden worden samengevat, dan kan gezegd worden, dat myelografische onderzoek in een aantal gevallen tekort schiet, terwijl de canalografie hierbij goede inlichtingen kan verschaffen. Ongetwijfeld hangt dit samen met de ruimtelijke beperkingen, die de durale zak aan het myelografisch onderzoek geeft. Hiernaast biedt de canalografie diagnostische mogelijkheden voor tal van aandoeningen, die door de myelografie niet of onvoldoende kunnen worden aangetoond (peridurale vergroeiingen, benige stenose van het wervelkanaal). Hier staat tegenover, dat een aantal canalografische afwijkingen critisch moeten worden geinterpreteerd. Dit vergt voor een vruchtbare toepassing van de canalografie ongetwijfeld langere ervaring dan voor de myelografie geldt.

CONCLUSIONS AND SUMMARY

Canalography (peridurography) is the name of a radiological method to study the shape and size of the peridural space in the lumbosacral part of the spinal canal. The peridural space is located between the spinal dura mater — or, according to some authors, its inner membrane — and the walls of the spinal canal. It extends from the upper cervical to the sacral level and contains the spinal nerves, blood vessels, areolar connective tissue, and fat. At its caudal end the dural sac tapers into the filum durae matris, which lies in the sacral canal. The dural sac is connected with the paravertebral and praesacral connective tissue via the intervertebral foramina. In these openings, connective tissue attaches the spinal nerves and blood vessels to the walls of the foramina. This formation is known in the literature as CHARPY's ligament. Furthermore, the peridural space is connected with the subcutaneous tissue via the hiatus sacralis.

The shape and size of the peridural space is determined by the way the dural sac is attached to the walls of the spinal canal. One of the ways of attachment is effected by the spinal nerves. According to some authors, the connective tissue on the ventral side of the dural sac is denser than elsewhere, and this may also provide some degree of fixation to the corresponding wall of the spinal canal. There is no indication whatever in the literature of a fixation to the dorsal wall.

In canalography the peridural space is punctured with a needle through the hiatus sacralis, after which it is injected with the same contrast media as used in arteriography: Diodon, Urografin, etc. In this procedure the contrast medium usually reaches a high lumbar level. By taking x-ray pictures in various directions it is possible to study the peridural space in the lumbar and sacral parts of the spinal canal. Experience has shown that the contrast medium is rather rapidly absorbed and is usually found in the renal pelvis and the urinary bladder within 30 to 45 minutes after injection.

The present study included 460 patients in whom canalography was performed. In a number of these cases it was not successful (7.8 %). In some the hiatus sacralis was either too narrow or could not be entered because of abnormal ossification. In another group the puncture needle entered a vein and the contrast medium was injected intravenously, the

canalography becoming a pyelography. In a few cases the investigation was unsuccessful because of a deformity of the roof of the sacral canal: either it was not ossified or the hiatus was unusually high. In the remaining unsuccessful cases the contrast medium did not rise sufficiently high into the lumbar region and a large part escaped through the sacral foramina.

As has already been noted, the shape and size of the peridural space is studied in canalograms made in several directions. On the pictures taken laterally the contrast medium can be seen to spread as a rather thin layer between the dural sac and the ventral wall of the spinal canal, showing as a narrow but dark shadow. This indicates that the peridural space lies in a more or less frontal plane between the dural sac and the ventral wall of the spinal canal and that its dorso-ventral dimension is small. This dimension is not the same everywhere: dorsal to an intervertebral disk it is small and behind a vertebral body it is usually larger, at every segment increasing toward the centre of the latter.

The narrow shadow at its dorsal side usually shows a sharp borderline with a lighter central zone. Dorsal to this central zone it passes gradually into the wider dorsal contrast band. From this it is obvious that at the level of the lighter mid-zone the dimension of the peridural space is small. With the localization of the dural sac within the spinal canal and its anchoring by the spinal nerves to the lateral regions of the spinal canal in mind, it is justified to consider the compressed dural sac responsible for that central zone.

On the basis of the width and intensity of the dorsal contrast band it may be assumed that the peridural space has a larger dimension in the dorsal region of the spinal canal than it does ventrally, but its exact pattern cannot be concluded to from the lateral canalograms only.

A canalogram made in the anteroposterior direction usually shows a central contrast column. The intensity of its shadow is lower in the lateral than in the central zone. From the lateral zones outward, running laterally and caudally, a further continuation of the contrast medium along the spinal nerves can be seen passing through the intervertebral foramina (periradicular shadow). This will be discussed further below. In the mid-zone of the central contrast column a narrow white strip is usually seen, in this study called the light mid-line. Further study has led to the conclusion that it is due to a median fold of the dural sac in the dorsal region of the peridural space, which conclusion was confirmed by surgical exploration (plica mediana dorsalis). This fold is produced by the median attachment of the dural sac to the inner side of the vertebral laminae. The canalograms taken in an oblique direction (3/4) show a relatively narrow, intense, sharply-outlined strip of shadow

along the side of the vertebral laminae which lie in the direction of the x-ray beam. At the side of the vertebral bodies this strip is bordered by a lighter zone by which it is separated from a wide band of medium intensity. This makes it probable that the dural sac is more or less triangular in cross-section, the triangular shape being due to its fixation at three points, i.e. dorsally in the midline and ventrolaterally at both sides. The peridural space is located along the ventral side of the sac as well as on both sides dorsolateral to it. In addition, it continues around the spinal nerves in the intervertebral foramina.

In many cases the periradicular shadow of the contrast medium can be followed paravertebrally. In these cases there is apparently no discontinuity between the peridural space and the paravertebral regions, and CHARPY's ligament does not act as a barrier. In the literature it is assumed that a barrier-effect increases with increasing age, so that according to some authors (e.g. BROMAGE 1954) there is even a chance of complete impermeability. This is of importance with regard to the effecting of peridural anaesthesia. The canalograms were used to make a study of the communication between the peridural space and the paravertebral area in the various age groups. No evidence of an increased barrier-effect in older individuals was found. The impression is obtained, however, that in the lumbar and lumbosacral intervertebral foramina the barrier-effect does increase somewhat at more advanced ages, but this does not hold in any respect for the anterior sacral foramina.

It is to be expected that in a number of pathological conditions in the lumbar spinal and sacral canal, changes will take place in the normal shape and size of the peridural space. It need hardly be said that this applies to prolapse of the intervertebral disk, developmental narrowness of the lumbosacral vertebral canal, peridural and/or periradicular adhesions and sacral perineural cysts. These abnormalities often result in an ischialgia of radicular character, whether or not accompanied by other radicular symptoms. In a smaller number of cases, signs of either the orthotic cauda syndrome or compression of the cauda equina fibres is found. Although in a number of cases of disk prolapse the clinical picture is so distinct that there is no great need for radiological investigation with contrast medium, there are other cases in which the latter is of great importance. Canalography is indicated when the diagnosis is still uncertain after clinical neurological and supplementary radiological examinations have been performed. The patients in our material were treated according to these principles except for about a hundred during the early period of this study. In this latter group canalography was carried out in all cases of radicular ischialgia or a picture resembling it, in order to collect data.

For the prevention of complications it is necessary to avoid injecting the contrast medium into the subarachnoid space. Both reports in the literature and our own experience (in patients and experimental animals) have shown that this can produce, shortly after the injection, intense, painful cramps which may be accompanied by a state of severe shock. Although prompt intravenous administration of a small dose of Pentothal continued during the entire period of tendency to cramps completely restored our patients within twenty-four hours, great vigilance is recommendable. The chances for this complication are reduced by avoiding lumbar puncture before canalography or allowing a period of at least two, preferably three, weeks to elapse after the lumbar puncture. It is also advisable to take x-ray pictures of the sacrum, both in the anteroposterior and the lateral direction in order to check the position of the needle before the contrast medium is injected. The needle should not penetrate beyond the border between the third and fourth sacral vertebrae, neither lie far from the median plane. Under these conditions the chance of entering the caudal end of the dural sac, the radicular sheaths or perineural cysts originating from them is reduced to a minimum. In cases in which severe signs of status dysraphicus are present the possibility of structural anomalies within the vertebral and sacral canal must be taken into account. Under such circumstances the greatest care must be exercised because the dural sac may extend to an abnormally low caudal level, as has been described.

In connection with the recommendation that lumbar puncture be performed only after canalography, the question has arisen whether the peridurally-injected contrast medium can bring about changes in the composition of the lumbar spinal fluid. This question led to an investigation in two groups of patients. In the first group of 13 patients the composition of the spinal fluid was examined at various times before and after the canalography; in the second group of 8 patients the same was done twice after the canalography had been carried out. This study showed no essential changes in the spinal fluid. In one third of the cases a slight increase in the total protein content was demonstrated, and with the exception of one case, no changes in the cell content were established.

As noted above, in various affections within and around the lumbar spinal and sacral canal, changes are observed in the canalogram. In order to make a closer study of these abnormalities feasible, a number of basic patterns were established which, either solitarily or in various mutual combinations represent the canalographic abnormalities. These basic patterns were derived from both the anteroposterior and lateral canalographs. Each basic pattern is indicated by a code number (on the anteroposterior photograph: I, IIa, IIb, IIIb, IIIc, and IIId; and on the

lateral picture: A and B). This has made it possible to analyse every identified canalographic abnormality in terms of one or more basic patterns, and to indicate them with a code number or a combination of them. For discussion and schematic illustration of the basic patterns the reader is referred to Figs. 7, 8, 8a, and 9 and to page 220.

In addition to the alterations which are combinations of these basic patterns, there are several others which are seen especially on lateral photographs, as characteristic of a particular abnormality. There are for instance a number of cases of developmental narrowness of the vertebral canal in which an indentation or local reduction in the intensity of the dorsal contrast band is observed at the site of the malformation. Besides this in spondylolisthesis at the site of the displaced vertebra there is a striking increase in the width of the ventral contrast band, more or less triangular in shape. Perineural cysts in the sacral canal can be seen on the anteroposterior canalogram either as more or less round, dark shadows or as similarly-shaped contrast-free areas in the sacral contrast column, the latter more frequently than the former.

As part of the detailed study of the canalographic alterations which accompany the affections studied, the frequency of the different basic patterns was determined. This was calculated according to the number of levels at which canalographic alterations are observed. In the group of affections which were studied in more detail, only those cases were included in which surgical inspection was made. These affections were: prolapse of the disk, protruding disks with osteochondrotic bone lipping, developmental narrowness of the lumbar vertebral canal, dilated peridural veins, peridural and/or periradicular adhesions, spina bifida occulta, hypertrophy of the ligamentum flavum, sacral perineural cysts, and spondylolysis. Lastly, a group of exceptional cases is described casuistically. This is also done for the group of perineural sacral cysts which exhibit characteristic canalographic abnormalities, not included in the basic patterns.

In the composition of these groups, selection was applied wherever possible such as to exclude the conditions which were complicated by other abnormalities. The problem presented by this formation of 'pure' groups is that the material for some conditions was very limited, which might preclude reliable statistical treatment. In view of the method to be used, an exception was made for a number of groups, as can be seen from Table VII: the groups comprising developmental narrowness of the lumbar vertebral canal and of the peridural and/or periradicular adhesions are given more detailed study not only in the 'pure' cases but also in those with complications. In the latter an elimination procedure was applied by which the frequency of the basic patterns in the entire

group was reduced by subtracting those which could be considered as caused by the complicating abnormalities. The results of the analysis of the canalographic changes per group as given in Tables (e.g. Tables IX-XIV) show the frequency with which the various basic patterns occur, both for the total number and for the mutually combined and solitary basic patterns. The composition of these Tables is described with an outline (see page 116). The results of the canalographic analysis of the various groups are compared, especially with the group of disk prolapses. The differences are examined statistically for significance. The same analysis was carried out in all the material investigated, and the group of surgical cases has been compared with those in which no surgery was done. With the exception of basic patterns IIIa and IIId, however, no significant differences have been found between the two groups when the total frequencies are compared. If the frequencies of the solitary basic patterns are considered, the difference for I in the non-surgical group lies significantly higher in contrast to IIIa in which the frequency in the surgical group is significantly higher. This points out that in the surgical group a defective periradicular shadow is observed more frequently in combination with other basic patterns than in the non-surgical group. Basic patterns IIIa and IIId (each of which, however, forms only a small group) occur very frequently. Nevertheless, taken together, these are slight differences which are of little practical interest. As reported in Chapter X, the result of canalography as such never formed the indication for surgery; at most, in cases in which the clinical data were inconclusive it could contribute positively or sometimes even negatively. To put it in another way, it can generally be said in addition to the above that in many cases where the canalographic alterations provided a distinct confirmation of the clinically suspected condition the patient proved to recover satisfactorily with conservative treatment.

For the group of uncomplicated prolapsed disks, Table IX gives a review of the frequency of the basic patterns. The highest values were found for I, IIa, IIIc, A and B. Of the other basic patterns, only IIb and IIIb stood out, with values of about 10 %. The most frequently seen combinations were I with IIa and I with IIIc, as well as I, IIa, and IIIc with A and B. Basic patterns A and B were never seen as solitary abnormalities when the anteroposterior canalogram showed no changes. The canalographic alterations appear to be independent of the disk from which the prolapse developed. There do, however, appear to be appreciable differences between prolapsed disks with a lateral location and those which have no pre-dominantly lateral localization. As could be expected, in the former group I and II are outstanding, with significant

values for I and IIa. In the second group the same might be expected for the basic patterns summarized as III, but this is not the case. This should probably be ascribed to the fact that a disk prolapse with a predominantly lateral localization is often accompanied by a threshold formation extending over the entire width of the affected intervertebral disk. The difference becomes more accentuated when the comparison is limited to a sub-group in which surgery demonstrated strikingly large prolapses.

If comparison is made with the group of prolapsed disks with osteochondrotic bone lipping, only small differences are observed. A markedly higher frequency is found only for IIIc, which statistically is on the borderline of significance. Basic patterns IIIb and IIId are not found in this group. The importance to be attached to this fact is hard to estimate without indulging in speculative considerations.

In the group of developmental narrowness of the lumbar vertebral canal the highest frequencies are found for basic patterns I, IIIa, IIIb, IIIc, and A. After elimination of the basic patterns due to complicating changes, the characteristics of this group become more pronounced. Although it is often seen, basic pattern I in the present group has a lower frequency than in the two preceding groups. This difference is significant, as it is for the combination of I with IIa. The frequency of the combination of I with IIb, on the contrary, is not significantly different for either group. If this comparison is extended, significantly higher values are found for IIIa and IIIb, but for IIa an appreciably lower figure is found which differs significantly from both preceding groups. To a lesser degree a similar difference can be demonstrated for B which is, however, not significant. If this group is compared with disk prolapses with osteochondrotic bone lipping, this difference in the frequency of B is significant, however. Since the developmental narrowness of the vertebral canal usually occurs over the entire width of the vertebral lamina, the frequent occurrence of IIIa, IIIb, and IIIc is as little surprising as the lower frequency of I, IIa, and B.

In addition to these differences, attention has also been given to abnormalities of the dorsal contrast band at the level at which the vertebral arch exerts pressure, and in particular to the dorsal indentation, which is considered of great importance. If this abnormality is found, it is almost certain that there is a developmental narrowness of the vertebral canal if a spondylolisthesis can be excluded. The fourth group which is considered to be sufficiently large to allow a more detailed analysis comprises the canalographic changes associated with peridural and/or periradicular adhesions in comparison with the group of prolapsed disks. The process of elimination was applied here also. In general, correspond-

ing frequencies could be established for many basic patterns. Significant difference is found for basic pattern IIb, while no great importance may be attached to the higher frequency of IIIb. The frequency of the combination of I with IIb shows no significant difference when compared with the other groups. In this group, B of the solitary lateral basic patterns is found when no abnormalities are seen in the anteroposterior canalogram at the same level. The lateral basic patterns are less frequently seen in the sub-group of the uncomplicated cases. This holds particularly for A, for which the difference with the disk prolapse group is significant.

For the four groups which have been described, the most striking frequencies of the basic patterns and their combinations are presented in Table XV (page 190). The values which surpass 11 % are heavily outlined; the values which differ significantly from other groups are printed in italics. The relevant chapters contain a discussion of the significance of the differences which were found, and an attempt is made to provide an explanation for them.

A description of the group of sacral perineural cysts, which includes 19 patients with a total of 21 cysts, is given. These cysts for the greater part were located at the second and third sacral nerves and varied in size from a pea to a pigeon's egg. Apart from the canalographic changes already described, in a few cases the diagnosis can be made radiologically without contrast media because the cysts have led to distinct pressure atrophy of the sacrum.

A possible communication between the perineural cysts and the subarachnoid space is, as has already been reported for the complications affecting canalography, an important problem which is discussed further under the case material.

Finally, a group of exceptional cases is described casuistically. These cases include a number of tumours, originating from intradural, vertebral and paravertebral tissue, epidural cysts as well as two cases of prominent strands of peridural connective tissue, a case of spondylolisthesis and one of subdural haematoma.

The results of canalographic and myelographic examination could be compared in 72 patients. Of these, 48 were operated on, so that this group could be compared with the surgical findings. In 23 cases the results obtained with both radiological methods were similar, in the 49 remaining cases differences were found. Of the latter group, 35 patients were treated surgically. The explorative findings did not agree with the results of the myelographic investigation, but in all but 4 cases there was agreement with the canalographic findings (in 3 of them a second abnormality, at a lower level, had blocked off the peridurally injected

contrast medium). The inadequacy of the myelographic investigation, besides 18 out of 31 cases of disk prolapse, especially concerned developmental narrowness of the vertebral canal, peridural and/or periradicular adhesions, and dilated peridural veins.

In all of the 241 cases which were treated surgically, the canalographic method provided insufficient information in only 7 cases. As previously reported, in all of these cases without exception other abnormalities were found caudal to the involved level, such as very prominent disk prolapse, developmental narrowness of the vertebral canal, or, as in reoperation, extensive peridural adhesions. These anomalies preclude further ascent of the contrast medium and alterations at the higher levels therefore could not be visualized.

On the other hand it may be questioned whether at the level at which surgery did not reveal pathological findings, changes are found canalographically. Such cases actually have been encountered and to study this phenomenon, further analysis is required. In all these cases however during surgical exploration pronounced abnormalities were found at nearby levels as had already been seen canalographically. In no case a patient was operated on in whom exploration revealed no abnormalities at all where as canalography had shown them. If we restrict ourselves to the cases with canalographic findings at levels at which surgery revealed none — in contrast to adjacent areas in the vertebral canal — the following groups of cases may be reported. In six cases only basic pattern A was seen. In all probability in these cases the alteration was still within the limits of normal variation. In individual cases it is desirable that this basic pattern, when solitarily found, be interpreted with great care. In 3 cases basic pattern IIIc was seen but it was not very distinct. Surgery in all the cases revealed pronounced quantities of fat, especially predurally. This finding was of such a degree that it was noted in the surgical report, which is exceptional as such. It therefore seems very probable that it explains the canalographic abnormality. In 3 other cases canalographic changes were described at one side of the vertebral canal in which the contrast medium had not risen normally because of a unilateral obliteration of the peridural space at a lower level. Evidently the value of these canalographic findings is very dubious.

Apart from 6 other cases in which only slight canalographic changes were seen together with normal distribution of the contrast medium, 3 other cases must be reported with distinct unilateral abnormalities (basic pattern I) in which contrary to expectation surgery provided no explanation.

Summarizing, it may be said that myelography was inadequate in a number of cases in which canalography was able to provide reliable

information. This is undoubtedly dependent upon the spacial limitations caused by the dural sac. In addition, canalography offers diagnostic possibilities in numerous conditions which cannot, or cannot adequately, be demonstrated by myelography (peridural adhesions, developmental narrowness of the vertebral canal, etc). On the other hand, a number of canalographic abnormalities have to be interpreted critically, which means that canalography to be of use unquestionably requires more experience than does myelography.

LITTERATUUR

Abajian, J., Peridural segmental anesthesia with intracaine; Anesthesiology, 4, (1943), 372.

Abbot, W. D., Compression of cauda equina by the ligamentum flavum; J.A.M.A. 106, (1936), 2129.

Abbott, K. H., Perineural cysts. (Review of literature and report of eight cases); Clin. Orth. 7, (1956), 149-159.

Abbott, K. H., R. H. Retter and W. H. Leimbach, The role of perineural sacral cysts in the sciatic and sacrococcygeal syndromes. (A review of the literature and report of nine cases); Journ. Neurosurg. 14, (1957), 5-21.

Adamkiewicz, A., Die Blutgefässe des menschlichen Rückenmarkes; Sitzungsb. d.k. Akad. d. Wissensch. Math.-naturw. 85: 3 (1882), 101-130.

Adelstein, L. J., Spinal extradural cyst associated with kyphosis dorsalis juvenilis; J. Bone Jt. Surg. 23, (1941), 93-101.

Adson, A. W., Chronic recurring sciatica; diagnosis and treatment of protrusions of ruptured intervertebral disks; Arch. phys. Ther. 20, (1939), 325.

Adson, A. W., Bandscheibenzerreiszung mit Prolaps des Nucleus Pulposus in den Wirbelkanal als Ursache rezidivierender Ischias; Chirurg, 17, (1940), 501.

Ainslie, J. P., Paraplegia due to spontaneous extradural or subdural haemorrhage; Brit. Journal of Surgery 45, (1958), 565-567.

Aitken, A. P., Rupture of intervertebral disc in industry; further observations on the end results; Am. J. Surg. 84, (1952), 259-380.

Alajouanine, T. et D. Petit-Dutaillis, Compression de la queue de cheval par une tumeur du disque intervertebral; Bull. Soc. Chir. 54, (1928), 1452.

Alajouanine, T. et D. Petit-Dutaillis, Le nodule fibrocartilagineux de la face postérieure des disques intervertébraux. Etude anatomique et pathogénique d'une variété nouvelle de compression radiculo-médullaire extradurale; Presse Med., 38, (1930), 1749.

Alajouanine, T., R. Thurel et J. Welti, Radiodiagnostic de la sciatique après remplissage lipiodole de cul-de-sac lombo-sacré et des gaines des racines; Presse Med. 37, (1942), 509-511.

Albrecht, K. und W. Dressler, Die Kontrastdarstellung des Periduralraums (Peridurographie); Frtschr. Röntgenstr. 72, (1950), 6.

Albrecht, K., Ueber den Nucleus Pulposus Prolaps unter besonderer Berücksichtigung der Spätergebnisse; Langenberg's Arch. 268, (1951), 462-474.

Andersen, T., Frequency of prolapsus disci intervertebralis as cause of sciatica; Acta med. scand., 104, (1940), 427.

Andersen, T. und Sv. A. Chrom, Myelographie mit Luft bei Ischiaskranken; Nord. Med. 1942, 1619-1626.

Anderson, G. E. and B. J. Alpers, Retroperitoneal tumor as a cause of low back and leg pain; Neurology, 3, (1953), 553-562.

Armstrong, J. R., Causes of failures in lumbar disk surgery; J. Bone Jt. Surg. 33, (1951), 31-35.

Armstrong, J. R., Lumbar disc lesions; E. J. Livingstone Ltd London, 1958.

Arnell, S. and F. Lindström, Myelography with sciodan (abrodil); Acta Radiol. 12, (1931), 287.

Arnell, S., Myelography with water-soluble contrast; Acta Radiol. (Stockh.) Suppl. 75, (1948).

Baasch, E. und W. Koella, Die lumbale Diskushernie im Rahmen der Ischias; Ther. Umschau, 12, (1945), 1.
Baker, G. S. and J. H. Webb, Intrasacral meningocele causing backache and sacral nerve pain: report of case; Proc. Mayo Clin. 27, (1952), 231-234.
Barr, J. S., Ruptured intervertebral disc and sciatic pain; J. Bone Jt Surgery 29, (1947), 429-437.
Barr, J. S., Low back and sciatic pain. Results of treatment; J. Bone Jt Surg. 33A, (1951), 663.
Bärtschi-Rochaix, W., Wie lassen sich Myelographie-Schäden vermeiden? Praxis, 23, (1942), 3-11.
Bärtschi-Rochaix, W., Die Diagnose lumbaler Bandscheibenprolapse und verwandter Zustände; Schweiz. med. Wschr. 72, (1942), 729.
Bärtschi-Rochaix, W. und H. H. Weber, Die Sauerstoff-Myelographie (Ueberdruckmethode); Schweiz. Med. Wschr. 74, (1944), 971.
Batson, O. V., Function of vertebral veins and their role in spread of metastases; Ann. Surg. 112, (1940), 138-149.
Batson, O. V., Vertebral vein system as mechanism for spread of metastases; Am. J. Roentgenol. and Rad. Therapy, 48, (1942), 715-718.
Batson, O. V., Role of vertebral veins in metastatic processes; Ann. Int. Med. 16, (1942), 38-45.
Batson, O. V., The vertebral vein system; Am. J. Roentg. 78, (1957), 195.
Baumann, C. en J. R. von Ronnen, Het beeld van de hernia nuclei pulposus van de lumbale tussenwervelschijven; Medisch Maandblad (Djakarta), 3 (1950), 59-70.
Belz, F., Ein Beitrag zur Bedeutung der Luftmyelographie in besondere für die Diagnostik des Bandscheibenprolapses; Nervenarzt, 21, (1950), 300-304.
Begg, A. C., Nuclear herniations of the intervertebral disc; J. Bone & Joint Surg. 36B, (1954), 180.
Begg, A. C., M. A. Falconer and M. McGeorge, Myelography in lumbar intervertebral disk lesions; Brit. J. Surg., 34, (1946), 141.
Begg, A. C. and M. A. Falconer, Plain radiography in intraspinal protrusion of lumbar intervertebral disks: a correlation with operative findings; Brit. J. Surg. 36, (1949), 225.
Bell, A. L. L., H. O. Wunderlich, H. C. Fett and C. C. Pool, An erect method of myelography; Am. J. Surg. 79, (1950), 259.
Benedek, L. und A. Juba, „Spätblockade" bei Lipiodolmyelographie; Dtsch. Ztschr. Nervenh. 151, (1940), 55.
Bering, E. A., Notes on the retention of pantopaque in the subarachnoid space; Am. J. Surg. 80, (1950), 455-458.
Bertocchi, A., Topographisch-anatomische Beobachtungen am Wirbelkanal in Hinblick auf die epidurale Anästhesie; Boll. Soc. Piemont. Chir. 1931; ref. in Zbl. f. Chir., 59, 2497.
Biemond, A. en J. J. G. Prick, Over epimeningitis spinalis en abcesvorming in de epidurale ruimte; Psych. Neur. Bladen 45, (1941), 329.
Bing, L., J. Martin and S. L. Goldstein, Sensory changes with herniated nucleus pulposus; J. Neurosurg. 9, (1952), 133-138.
Bingel, A., Todesfälle nach Gaseinblasungen in den Lumbalkanal; Med. Klin., 1923, 637-640.
Blom, P. S., Radioactive iodine studies in thyroid disease; Diss. Leiden 1954, Universitaire Pers.
Blom, P. S., J. Terpstra en A. Querido, Storende invloeden bij het schildklieronderzoek met behulp van radioactief jodium; Ned. Tijdschr. v. Geneesk. 98, (1954), 13.
Bodechtel, G., Befunde am Zentralnervensystem bei Spätnarkosetodesfällen und bei Todesfällen nach Lumbalanästhesie; Ztschr. Neurol. 117, (1928), 366-423.
Boesman, Th., Myelografie van de lendestreek met in water oplosbaar contrastmiddel; Ned. Tijdschr. v. Geneesk. 100, (1956), 1947.

Böhme, R., Ueber die Röntgendiagnostik des luftgefüllten lumbalen Duralsackes im sagittalen Strahlengang; Nervenarzt, 23, (1952), 342-345.
Boldrey, E. B., Discussion of contrast media in roentgen diagnosis. Bull. University of California Medical Center 1, (1950), 593.
Bollen, A. L., Over epiduraalanaesthesie; 1938, Diss. Amsterdam.
Bonte, J., Methode de retrait des huiles iodées fluides utilisées en myelographie, Journal de Radiologie et d'Electrologie, 38, (1957), 11-12, 1121-1125.
Borsinger, G., Die cerebrospinal Lipiodol- resp. Jodipinschädigung nach Myelographie; Diss., Zürich, (1945).
Bradford, F. K., Lumbar intervertebral disc rupture; Dis. Nerv. Syst. 11, (1950), 1-32.
Bradford, F. K. and R. G. Spurling, The intervertebral disk; Thomas, Springfield (1947).
Brandt, M., Ueber Jodöl-Ablagerungen am Grosshirn; Fortschr. Röntgenstr. 47, (1933), 463.
Breit, A. und O. Wiedemann, Ergebnisse der Gasmyelographie; Fortschr. Röntgenstr. 81, (1954), 761-767.
Bremer, F. W., Klinische Untersuchungen zur Ätiologie der Syringomyelie, der „Status dysrhaphicus"; Dtsch. Ztschr. Nervenheilk. 95, (1926), 1.
Bremer, F. W., Syringomyelie und status dysraphicus; Fortschr. Neurol., Psychiat. u. Grenzg. 9, (1937), 103.
Bremer, F. W., Status dysrhaphicus und Syringomyelie; Fortschr. Neurol., Psychiat. u. Grenzg. 14 (1942), 109.
Breschet, G., Récherches anatomiques, physiologiques et pathologiques sur le système veineux et spécialement sur les cavaux veineux des os; Villaret et Cie, Paris, 1828-1832.
Breschet, G., Essai sur les veines du rachis; Méquignon-Marvis, Paris, (1819); Cit.: Batson, 1957.
Brierley, J. B., The penetration of particulate matter from the cerebro spinal fluid into the spinal ganglia, peripheral nerves and perivascular spaces of the central nervous system; J. Neurol., Neurosurg. & Psychiat. 13, (1950), 203-251.
Brierley, J. B. and E. J. Field, The connexions of the spinal subarachnoid space with the lymphatic system; J. of Anat. 82, (1948), 153-166.
Brierley, J. B. and E. J. Field, The fate of an intraneural injection as demonstrated by the use of radio-active phosphorus; J. Neurol. Neurosurg. Psychiat., 12, (1949), 86-99.
Brinkerink, P. C. en W. Luyendijk, Hypophysectomie bij gemetastaseerd mammacarcinoom; Ned. Tijdschr. v. Geneesk. 105, (1961) 12, 572-579.
Brocher, J. E. W., Die Myelographie in der Lumbago- und Ischiasforschung; Fortschr. Röntgenstr. 65, (1942), 1-22.
Brocher, J. E. W., Die Verletzung der lumbosakralen Bandscheibe und Ihre klinischen Symptome; Helv. Med. Acta, 7, (1940/41), 490.
Brocher, J. E. W., La sciatique d'origine vertebrale et nerveuse; Helv. Med. Acta 7, (1940/41), 355-420.
Brocher, J. E. W., Zur Diagnose der Wurzelkompression; Schweiz. Med. Wschr. 52, (1946), 1325-1329.
Bromage, P. R., Spinal epidural analgesia; 1954, E. & S. Livingstone, London.
Bruskin, J. and N. Propper, Experimentelle Myelo-encephalographie an Hunden und über den Einfluss von Jodipin und Lipiodol auf das Rückenmark, Gehirn und dessen Häute; Ztschr. f. d. ges. exp. Medizin, 75, (1931), 34-55.
Buchholz, H. W. und G. Häussler, Über die „hohe Peridurographie"; Zbl. Neurochir., 11. (1951), 328-333.
Bucy, P. C. and J. J. Spiegel, An unusual complication of the intraspinal use of iodized oil; J. Am. Med. Ass. 122, (1943), 367-369.
Busch, E., Luftmyelographie zur Diagnose des lumbalen Diskusprolapses und der ligamentären Wurzelkompression; Acta Radiol. 22, (1941), 556-562.

Camp, J. D., Contrastmyelography past and present; Radiology (Am), 54, (1950), 477-506.
Cathelin, F., Mode d'action de la cocaine injectée dans l'espace épidural par le procédé du canal sacré; C. R. Soc. Biol. Paris 53, (1901), 478.
Cathelin, F., Les injections épidurales par ponction du canal sacré et leurs applications dans les maladies des voies urinaires; Paris, Baillière et fils 1903.
Chapchal, G., Spondylolysis als oorzaak van klachten laag in de rug; Ned. Tijdschr. v. Geneesk., 92, (1948), 3154-3156.
Chapchal, G., Over pijn laag in de rug; Ned. Tijdschr. v. Geneesk. 94, (1950), 2786-2791.
Chavany, J. A., P. Janny et D. Hagenmuller, Section physiologique de la racine processus curateur spontané de certaines sciatiques; Presse Medicale 55, (1949), 773.
Cibert, J., L. Durand et Ch. Riviere, Les compressions urétrales par sclerose aux tissu cellulo-adipeux peri-urétral, „peri-ureteritis-primitives"; J. d'Urologie 62, (1956), 705-733.
Cloward, R. B., The treatment of ruptured intervertebral discs by vertebral body fusion; J. Neurosurg. 10, (1953), 154-168.
Cloward, R. B. and P. C. Bucy, Spinal extradural cyst and kyphosis dorsalis juvenilis; Am. J. Roentgenol., 38, (1937), 681-706.
Colket, T. C. and F. E. Russell, Alterations in cerebrospinal fluid protein following pantopaque myelography; Experiment. Neurology, 2, (1960), 62-74.
Colonna, P. C. and Z. B. Friedenberg, The disc syndrome. The results of the conservative care of patients with positive myelograms; J. Bone Jt Surg. 31A, (1949), 614.
Craig, R. L., Effect of iodized poppyseed oil on the spinal cord and meninges: an experimental study; Arch. Neurol. and Psychiatr. 48, (1942), 799-810.
Craig, W. Mck, H. J. Svien, H. W. Dodge Jr., and J. D. Camp, Cord tumors simulating disk lesions; J.A.M.A. 149, (1952), 250.
Cramer, H., Beitrag zur Kontrastfüllung des Periduralraums mit 35 % viskösem Perabrodil durch den Sakralkanal; Dtsch. med. Wschr. 1950, 769.
Crawford, O.B., The technic of continuous peridural anesthesia for thoracic surgery; Anesthesiology, 14, (1953), 278.
Cuce, J. C., W. Leith und W. S. Burrage, Pantopaque-Meningitis infolge Hypersensitivität; Radiology 57, (1951), 878.
Curtius, F., Status dysraphicus und myelodysplasie; Fortschr. Erbpathol. 3, (1939), 199-258.
Curtius, F. and I. Lorenz, Ueber den Status dysraphicus; Ztschr. d. ges. Neurol. u. Psychiatr., 149, (1934), 1-9.

Dandy, W. E., Roentgenography of the brain after the injection of air into the spinal canal; Ann. Surg. 70, (1919), 397.
Dandy, W. E., Concealed ruptured intervertebral disks: Plea for elimination of contrast medium in diagnosis; J.A.M.A. 117, (1941), 821.
Dandy, W. E., Recent advances in diagnosis and treatment of ruptured intervertebral disks; Ann. Surg., 115, (1942), 514.
Davis, H., Spinal extradural cyst. Case report and tabulation of previously reported cases; J. Neurosurg., 6, (1949), 251-255.
Davis, L., J. Martin and S. L. Goldstein, Sensory changes with herniated nucleus pulposus; J. Neurosurg. 9, (1952), 133-138.
Decker and K. E. Livingston, Spinal extradural cyst; J. Neurosurg. 6, (1949), 248-251.
Denecke, K., Die Periduralanästhesie in der Chirurgie; Zbl. f. Chir. 64, (1937), 130-132.
Denstad, T., The resorption of abrodil in myelography; Acta Radiol., 32, (1949), 429.

Denton, R. O. and J. D. Sherill, Sciatic syndrome due to endometriosis of the sciatic nerve; J. Bone & Jt Surg. 37A, (1955), 415.

Dodge, H. W., H. J. Svien, J. D. Camp and W. Craig, Tumors of the spinal cord without neurologic manifestations producing low back and sciatic pain; Proc. Staff. Meet., Mayo Clin. 26, (1951), 88.

Dogliotti, A. M., Eine neue Methode der regionären Anästhesie, die peridurale segmentäre Anästhesie; Zentralblatt Chir. 50, (1931), 3141.

Dogliotti, A. M. Segmental peridural anaesthesia; Am. Journ. Surg. 20, (1933), 107.

Dogliotti, A. M., Anesthesia: Narcosis, local, regional, spinal; 1939 Ed. Lebour (Chicago).

Dubs, R., Beitrag zur Anatomie der Lumbosakralregion unter besonderer Berücksichtigung der Diskushernie; Diss. Zürich, 1948, Fortschr. Neurol. 18, (1950), 69.

Dumont, A., Images normales et images d'arrêt du lipiodol injecté dans l'espace épidural; J. chir. et Ann. Soc. Belge Chir. 37, (1938), 355.

Dürwald, W. und R. M. Schmidt, Beitrag zur Myelographie und deren Komplikationen; Ärztl. Wschr. 9, (1954), 932-935.

Duttman, G., Die röntgenologische Darstellung des Periduralraumes und ihre diagnostische Bedeutung; Langenbecks Arch. u. Dtsch. Z. Chir. 264, (1950), 450.

Echlin, F. A., cs., Bilateral and multiple ruptured disks as one cause of persistent symptoms following operation for a herniated disk; Surg., Gynec., & Obst., 83, (1946), 485.

Echols, D., Surgical treatment of sciatica. Results three to eight years after operation; Arch. Neurol. & Psychiat. 61, (1949), 672-679.

Eggenschwyler, H., Die Abrodilmyelographie; Röntgen- und Laboratoriumpraxis 4, (1951), 229.

Eichholtz, F. und A. Staab, Die Anwendung von Novocain in der inneren Medizin; II. Teil: Die Toxikologie der lokal anästhetischen Stoffe; Klin. Wschr. 30, (1952), 96-103.

Elaut, L. und G. Verdonk, Anatomische Beobachtungen zur epiduralen und transsakralen Anästhesie; Zbl. f. Chir. 61, (1934), 12-19.

Elliott, D. C., X-ray studies on caudal anaesthesia, another intravenous absorption of substances injected into the sacral canal; Am. J. of Surg. 40, (1926), 139-140.

Elsberg, Ch. A., C. G. Dyke and A. Earl Brewer, The symptoms and diagnosis of extradural cysts; Bull. Neurol. Inst. New-York, 3, (1934), 395-417.

Enderle, C., Meningocele intrasacrale occulte (rivelato con la mielografia); Riv. Neur. 5, (1942), 418; ref.: E. Lindgren, 1954.

Epstein, B. S., The roentgenological diagnosis of dilatations of the spinal cord veins; Am. J. Roeng. 49, (1943), 476.

Epstein, B. S., Low back pain associated with varices of the epidural veins simulating herniation of the nucleus pulposus; Am. Journ. Roentg. and Rad. Therapy, 57, (1947), 736.

Erickson, T. C. and H. J. Baaren, Late meningeal reaction to Pantopaque used in myelography (report of a case which terminated fatally); Trans. Amer. Neurol. Ass., 1952, 134-135.

Ericsson, N. O., On the frequency of complications especially those of long duration after spinal anaesthesia; Acta chir. scand. 95, (1947), 167-191.

Espadaler, J. M., R. Salers et J. Sole, Diverticules pararadiculaires intrasacrés; Rev. Neurol., 98, (1958), 316-320.

Falconer, M. A., M. MacGeorge and A. C. Begg, Observations on cause and mechanism of symptomproduction in sciatica and low back pain; J. Neur., Neurosurg. and Psychat. 11, (1948), 13.
Falconer, M. A., M. MacGeorge and A. C. Begg, Surgery of lumbar intervertebral disc protrusion; Brit. J. Surg. 35, (1948), 225.
Farr, R. E., Sacral anesthesia; Arch. of Surgery 12, (1926), 715.
Fernström, Ulf, Protruded lumbal intervertebral disc in children; Acta Neurochirurgica Scand. 3, (1956), 71-79.
Fischer, F. K., Neue Methoden zur Darstellung von Bandscheibenveränderungen bei Lumbago und Ischias; Schweiz. med. Wschr. 79, (1949), 213-217.
Fischgold, H., H. Adams, J. Ecoiffier et J. Piequet, Opacification des plexus rachidiens et des veines azygos par voie osseuse; J. de Radiol. et d'Electrol., 33, (1952), 37.
Fischgold, H., J. C. Clement, J. Talairach et J. Ecoiffier, Opacification des systèmes veineux rachidiens et craniens par voie osseuse; Presse Med. 60, (1952), 559-601.
Ford, L. T. and J. A. Key, An evaluation of myelography in the diagnosis of intervertebral disc lesions in the low back; J. Bone Jt. Surg., 32A, (1950), 257-266.
Ford, L. T., R. H. Ramse, E. B. Holt and J. A. Key, An analysis of one hundred consecutive lumbar myelograms by disc operation for relief of low back pain and sciatica; Surgery 32, (1952), 961.
Forestier, J., Le trou de conjugaison vertébral et l'espace épidural; Thèse de Paris, Ed. Jouve Paris, 1922.
Forestier, J., A. Sicard, D. Oeconomos, Exploration radiologique des disques intervertébraux par le discolipiodol épidural introduit à la sonde; Rev. Neurologique 81, (1949), 119-123.
French, J. D., Clinical manifestations of lumbar spinal arachnoiditis. A report of thirteen cases; Surgery, 20, (1946), 718-729.
French, J. D. and W. H. Strain, Peripheral extension of radiopaque media from subarachnoid space; Surgery 22, (1947), 380-390.
Friberg, S., Studies on spondylolisthesis; Acta chir. Scand. suppl. 55, (1939).
Friberg, S. and C. Hirsch, On late results of operative treatment for intervertebral disc prolapses in the lumbar region; Acta chir. Scand. 93, (1946), 161.
Fullenlove, T. M., Venous intravasation during myelography; Radiology (Am), 53, (1949), 410-412.
Fullenlove, T. M., Factors in globule formation with pantopaque myelography; Am. J. Roent. 63, (1950), 378.
Funkquist, B. and N. Obel, Tonic muscle spasms and blood pressure changes following the subarachnoid injection of contrast media; Acta Radiologica, 53, (1960), 337-352.

Garceau, G. J., The filum terminale syndrome (the cordtraction syndrome); J. Bone & Jt Surg. 35A, (1953), 721.
Garland, L. H., Effect of iodized oil on meninges of spinal cord and brain; Radiology, 35, (1940), 467.
Geldrien, Chr., Ein Orthotisches (Lordotisches) Kaudasyndrom; Acta Psych. et Neurol. 23, (1948), 57.
Gillilan, L. A., The arterial bloodsupply of the human spinal cord; J. Comp. Neur. 110, (1958), 75-104.
Globus, J. H. and L. J. Doshay, Venous dilatations and other intraspinal vessel alterations, including true angiomata with signs and symptoms of cord compression; Surg. Gyn. Obst., 48, (1929), 348.
Gloor, P., E. Woringer, J. Schneider et Brogly, Lumbosciatiques par anomalies vasculaires épidurales. Contribution à l'étude de la pathologie du plexus veineux intrarachidien; Schweiz. med. Wchnschr. 82, (1952), 537.

Glorieux, P., La hernie postérieure du ménisque intervertébral et ses complications nerveuses; Masson et Cie 1937.
Göllnitz, G., Erfahrungen mit der Peridurographie; Der Nervenarzt, 22, (1951), 444-447.
Good, C. A., A. W. Adson and K. H. Abbott, Spinal extradural cyst (diverticulum of spinal arachnoid); Am. J. Roentgenol. 52, (1944), 53-56.
Gordon, R. A., Discussion on extradural spinal block; Proc. Roy. Soc. Med. 38, (1945), 305-306.
Gortan, M. und G. Saiz, Das Schicksal des aufsteigenden Lipiodols; Z. Neurol. 112, (1948), 772-776.
Götze, J., Zwischenfälle nach Injektion in den Periduralraum; Chirurg, 23, (1952), 176-177.
Grant, F. C., G. Austin, cs., A correlation of neurologic, orthopedic, and roentgenographic findings in displaced intervertebral discs; Surg. Gyn. Obst. 87, (1948), 561.
Gray, H., Anatomy of the human body; 26th Ed. Lea & Febinger, Philadelphia 1954.
Groenendijk, H. J., De peridurale anaesthesie; 1954, Diss. Groningen.
Grood, M. P. A. M., Hernia nuclei pulposi lumbalis en tumor caudae equinae; Ned. Tijdschr. v. Geneesk., 94, (1950), 670-675.
Gros, E., Ueber eine kongenitale extradurale Rückenmarkscyste. Dtsch. Ztschr. Chir., 255, (1942), 373-375.
Gross, R. E., H. W. Clatworthy and I. A. Meeker, Sacro-coccygeal teratomas in infants and children. A report of 40 cases; Surg. Gyn. Obst. 92, (1951), 341.
Grote, W., Die Myelographie unter besonderer Berücksichtigung der Kontrastdarstellung des lumbalen Spinalraumes; Ärztl. Wschr. 1955, 891.
Gurdjian, E. S. and J. E. Webster, Lumbar herniations of the nucleus pulposus; An analysis of 196 operated cases; Am. J. Surg. 76, (1948), 235.
Guri, J. P., Tumours of the vertebral column; Surg. Gyn. Obstr. 87, (1948), 583.
Guttmann, L., Röntgendiagnostik des Gehirns und Rückenmarks durch Kontrastverfahren; Handbuch Neurologie, VII/2, 187-522, Springer-Berlin 1936.

Haguenau, J., Les compressions progressives de la moelle; Ed. Maloine Paris 1932.
Haguenau, J., Le lipiodiagnostic sousarachnoidien est-il dangereux? Monde Méd. 46, (1936), 825.
Haley, J. C. and J. H. Perry, Protrusion of intervertebral discs: Study of their distribution, characteristics and effects on the nervous system; Am. J. Surg., 80, (1950), 394.
Hamlin, H., R. W. Garrity and J. B. Goldon, Extra dural spinal cyst; J. Neurosurg. 6, (1949), 260-263.
Hampton, A. O. and J. M. Robinson, The roentgenographic demonstration of rupture of the intervertebral disc into the spinal canal after the injection of lipiodol; Am. J. Roentgenol., 36, (1936), 782.
Hanraets, P. R. M. J., The weak back; Diss. Nijmegen 1959, Ed. Elsevier Amsterdam London, New York Princeton.
Harbison, S. P., Major vascular complications of intervertebral disc surgery; Ann. Surg. 140, (1954), 342.
Harger, J. R., E. A. Christofferson and A. J. Stokes, Peridural anaesthesia; a consideration of 1000 cases; Am. J. Surgery 52, (1941), 24-31.
Hartman, F., Ueber eine kongenitale extradurale Rückenmarkscyste; Dtsch. Ztschr. Chir. 255, (1942), 376-377.
Häussler, G., Ueber die Indikation zur Luftmyelographie und Peridurographie beim lumbalen Bandscheibenvorfall; Nervenarzt 21, (1950), 297-299.
Häussler, G., Ueber die Indikation zur Kontrastdarstellung bei raumfordernden Prozessen im Wirbelkanal; Fschr. Röntgenstr. 74, (1951), 525-535.

Heile, Zur Darstellung des epiduralen Raumes; Zbl. f. Chir. 40, (1913), 110-111.
Helander, C. G. and A. Lindblom, Sacrolumbar venography; Acta Radiologica, 44, (1955), 410.
Henninger, H., Die peridurale segmentäre Anästhesie bei urologischen Operationen; Wien, klin. Wschr. 49, (1936), 1148-1150.
Hepburn, H. A., Herniated intervertebral disc. A survey of post-operative results; Canad. M.A.J., 62, (1950), 437.
Herbert, J. J., J. Paillot et P. Faidherbe, L' exploration lipiodolée de l'espace épidural dans les sciatiques et les lombalgies; Mém. Acad. Chir. 76, (1950), 584.
Herlily, W. F., Revision of venous system: role of vertebral veins; Med. J. Australia, 1, (1947), 661-672.
Hinkel, C. L., Entrance of Pantopaque into the venous system during myelography; Am. J. Roentgenol., 54, (1945), 230.
Hinrich, U., Intraradiculäre Cysten an Spinalganglien; Virchows Archiv. 287, (1933), 242-246.
Hochstetter, F., Ueber die Entwicklung und differenzierung der Hüllen des Rückenmarkes beim Menschen; Morph. Jb. 74, (1934), 1.
Hoppe, J. O., Some pharmacological aspects of radiopaque compounds; Ann. N.Y. Academy of Sciences 78, (1959), 727-739.
Huber, G., Zur pathologischen Anatomie und Klinik der cerebralen Arzneimittelallergose; Arch. Psychiat. u. Z. Neurol. 189, (1952), 441-452.
Hurteau, E. F., W. C. Baird and E. Sinclair, Arachnoiditis following the use of iodized oil; J. Bone and Jt. Surg. 36A, (1954), 393-400.
Huszák, J., B. Mezei and A. Soóky, Removal of iodized oil contrast medium via the canalis sacralis; Acta med. Scand. 92, (1952), 293-296.
Hyndman, A. R., Pathologic intervertebral disk and its consequence. A contribution to the cause and treatment of chronic pain low in the back to the subject of herniating intervertebral disk; Arch. Surg. 53, (1946), 247.
Hyndman, O. G. and W. F. Gerber, Spinal extradural cysts, congenital and acquired; report of cases; J. Neurosurg. 6, (1946), 474-486.

Ingraham, F. D. and D. D. Matson, Neurosurgery of infancy and childhood; 1954 Ed. Thomas Springfield, Ill.
Ivanow, G., Ueber die Abflusswege aus den submeningealen Raume des Rückenmarkes; Z. ges. exp. Med. 58, (1927), 1-21.
Ivanow, G., Ueber den Abflusswege aus den Subarachnoidalraumen des Gehirns und Rückenmarkes und über die Methodik Ihrer intravitalen Untersuchung; Z. ges. exp. Med. 64, (1929), 357-375.
Ivanow, G. und K. Romodanowsky, Ueber den anatomischen Zusammenhang der cerebralen und spinalen submeningealen Raume mit dem Lymphsystem; Z. ges. exp. Med. 58, (1928), 596-607.

Jacobs, L. G., J. K. Smith and P. S. van Horn, Myelographic demonstration of cysts of spinal membranes; Radiology, 62, (1954), 215-221.
Jaeger, R., Irritating effect of iodized vegetable oils on the brain and spinal cord when divided into small particles; Arch. Neurol. Psychiat., 64, (1950), 715-719.
Jelsma, F., Clinical analysis of 1.000 consecutive cases of low backpain, with particular references to sciatic pain caused bij extrusion of the intervertebral disc; South M.J., 37, (1944), 372.
Johanson, C. E., Ergebnisse der Myelografie mit wasserlöslichen Medien; Acta chir. Scand., 99, (1950), 560-567.
Junge, H., Peridurographie; Dtsch. med. Wschr. 74, (1949), 682.
Junge, H., Osteochondrosis vertebrae, hinterer Bandscheibenvorfall und Lumbago-Ischias-Syndrom; Ergeb. d. Chir. u. Orth., 36, (1950), 223-360.
Junge, H., Ursachen und Behandlung von Fehlergebnissen bei lumbalen Bandscheibenoperationen; Arch. klin. Chir., 267, (1951), 473-478.

Junge, H., Zwischenfälle und Gefahren bei periduraler Kontrastdarstellung; Nervenarzt, 23, (1952), 345-347.
Junge, H., Ueber diagnostische Befunde bei Peridurographie mit Ausnahme hinterer Bandscheibenvorfälle; Fortschr. Röntgenstr. 77, (1952), 187-192.
Junghans, H., Die anatomische Grundlagen für die Erkennung der Chondrosis und Osteochondrosis intervertebralis im Röntgenbild; Acta Radiol. suppl. 116, (1954), 276.

Kadyi, H., Ueber die Blutgefässe des menschlichen Rückenmarkes; Anat. Anz. 1, (1886), 304-314.
Karlen, A., Komplikationen bei intraduraler Per-Abrodil Myelographie; Acta chir. Scand. 87, (1942), 182-190.
Karlen, A., Todesfall an Fett-Knochenmark embolie und Urämie nach „intraduraler" Per-Abrodil-myelographie; Acta chir. Scand. 87, (1942), 496-512.
Keegan, J. J., Neurosurgical interpretation of dermatome hypalgesia with herniation of the lumbar intervertebral disk; J. Bone Jt. Surg. 26, (1944), 238.
Kehrer, H. E., Die Myelographie mit Sauerstoff zur Diagnosestellung des Bandscheibenvorfalles; Dtsch. med. Wschr. 74, (1949), 700-703.
Kelly, M., Is pain due to pressure on nerves. Spinal tumour and intervertebral disk; Neurology, 6, (1956), 32.
Kemp, A., Een nieuw symptoom bij prolaps van de tussenwervelschijf; Ned. Tijdschr. v. Geneesk., 94, (1950), 1750-1755.
Kemp, A., Diagnostiek en behandeling van de lumbale hernia nuclei pulposi; Ned. Tijdschr. v. Geneesk., 97, (1953), 3054-3059 en 3116-3122.
Kemp, A., Two cases of protruded intervertebral disk in children with dysrhaphic features; Folia Psychiat., Neurol. et Neurochirurgica Neerlandica; 61, (1958), 560-571.
Kennedy, F., A. S. Effron and G. Perry, The grave spinal cord paralyses caused by spinal anesthesia; Surg. Gyn. Obstr., 91, (1950), 385-398.
Kenneth, H., N. D. Abbott, R. H. Petter, H. Warren and M. D. Leimbach, The role of perineural sacral cysts on the sciatic and sacrococcygeal syndromes; J. of Neurosurgery 14 (1957), 5-21.
Key, A. J., The conservative and operative treatment of lesions of the intervertebral discs in the low back; Surg., 17, (1945), 291-303.
Key, A. J., Intervertebral disc lesions in children and adolescents; J. Bone Jt. Surg., 32A, (1950), 97-102.
Key, A. J. and L. T. Ford, Experimental intervertebral disc lesions; J. Bone Jt. Surg. 30A, (1948), 621.
Kloss, K., Zur Therapie der Myelographie-Zwischenfälle nach Verwendung wasserlöslicher Kontrastmittel; Fortschr. Röntgenstr., 82, (1955), 86-90.
Knoefel, P. K., Radiopaque diagnostic agents; 1961 Ed. Thomas-Springfield.
Knutsson, F., Experiences with epidural contrast investigation of the lumbosacral canal in disk prolaps; Acta Radiol., 22, (1941), 694-703.
Knutsson, F., Epidurale Kontrastfüllung des Lumbosacralkanale bei Discusprolaps. (Perabrodil), Acta Radiol. 22, (1941), 694.
Knutsson, F., Epidurale Kontrastuntersuchung bei Bandscheibenprotrusion im Lendenteil; Acta chir. Scand. 87, (1942), 214-222.
Knutsson, F., Lumbar myelography with water-soluble contrast in cases of discprolaps; Acta orthop. Scand., 20, (1951), 294-302.
Kramer, W., Canalografie. Het röntgenologisch zichtbaar maken van het wervelkanaal door het epiduraal inspuiten van snel resorbeerbare contrastmiddelen; Medisch Maandblad, Djakarta 3, (1950), 218-226.
Kraus, W. C., A case of cyst within the spinal canal; Brain 30, (1908), 533-544.
Krayenbühl, H. und F. Lüthy, Ueber spinale Lipiodolschädigung; Dtsch. Z. Nervenhk. 156, (1944), 97-108.

Krayenbühl, H. und G. Weber, Ergebnisse und Spätresultate der operativen Behandlung lumbaler Diskushernien; Ärztl. Mb. 1, (1945), 20.
Krayenbühl, H. und E. Zander, Ueber lumbale und cervikale Diskushernien; Docum. Rheumat. Geigy 1, 1953.
Kristiansen, Kr., Ueber Jodölmyelographie und ihre Gefahren; Nord. Med. 35, (1942), 43-51.
Krump, J. und K. Albrecht, Ueber Komplikationen bei lumbalen Kontrastverfahren; Acta Neurochirurgica 4, (1956), 449-469.
Kugelberg, E. and I. Petersen, Muscle weakness and wasting in sciatica due to 4th lumbar or lumbo-sacral disc protrusions; J. Neurosurg., 7, (1950), 270-277.

Lanschi, W. E. and L. T. Ford, Correlation of the myelogram with clinical and operative findings in lumbar disc lesions; J. Bone Jt. Surg. 42A, (1960), 193-206.
Larcher, F., Beitrag zur Entwicklung der Lendenwirbelsäule beim Menschen; Diss., Zürich, 1947.
Läwen, A. und W. von Gaza, Experimentelle Untersuchungen über extradural Anästhesie; Dtsch. Ztschr. f. Chir., 111, (1911), 289-307.
Lazorthes, G., J. Poulhes, E. Bastide, J. Rulleau et A. R. Chaucholte, La vascularisation arterielle de la moelle; Comptes Rendues Ass. Anat., 58, (1957), 410-421.
Lazorthes, G., et al., La vascularisation artérielle de la moelle, recherches anatomiques et applications à la pathologie aortique; Neurochirurgie, 4, (1958), 3-19.
Lehman, E. P., Spinal extradural cysts; Amer. J. Surg., 28, (1935), 307-322.
Lessmann, F. P. and D. M. Perese, Intraosseous vertebral plexus venography, a new diagnostic method; Neurochirurgia, 2, (1960), 175-189.
Lewin, Ph., Backache and sciatic neuritis; 1944 Ed. Lea and Febiger, Philadelphia.
Lindahl, O. and B. Rexed, Histologic changes in spinal nerve roots of operated cases of sciatica; Acta orth. Scand., 20, (1951), 215.
Lindblom, A. F., Effects of various iodized oils on meninges; Acta med. Scand., 76, (1931), 295.
Lindblom, K., Lumbar myelography by Abrodil; Acta Radiol., 27, (1946), 1.
Lindblom, K., Complications of myelography by Abrodil; Acta Radiol., 28, (1947), 69-73.
Lindblom, K., Diagnostic puncture of intervertebral disc in sciatica; Acta orthop. scand., 17, (1948), 231-239.
Lindgren, E., Myelografie mit Luft; Nervenarzt, 12, (1939), 57.
Lindgren E., Myelography with air; Acta psychiat., 14, (1939), 385.
Lindgren, E., On the diagnosis of tumours of the spinal cord by the aid of gas myelography; Acta chir. scand. (Stockh.), 82, (1939), 303.
Lindgren, E., Myelographie, in Schinz und Mitarbeiter; Lehrbuch der Röntgendiagnostik, Thieme, Stuttgart, 1952.
Lindgren, E., Myelografie; Handbuch der Neurochirurgie II, (1954), 236-251; Springer, Berlin, Göttingen, Heidelberg.
Lindgren, S., Some problems concerning the herniated intervertebral disk from a clinical point of view; Acta Chir. Scand., 98, (1948), 295-314.
Loew, F., Zur Diagnose des lumbalen Bandscheibenvorfalls mittels Kontrastfüllung des Periduralraums; Zbl. Neurochir., 9, (1949), 307-309.
Love, J. G., Protruded intervertebral disks with a note regarding hypertrophy of ligamenta flava; J. Amer. med. Ass., 113, (1939), 2029.
Love, J. G., The differential diagnosis of intraspinal tumors and protruded intervertebral disks and their surgical treatment; J. Neurosurg., 1, (1944), 275-290.
Love, J. G. and M. N. Walsh, Protruded intervertebral disks; a report of 100 cases in which operation was performed; J. Amer. med. Ass., 111, (1938), 396-400.
Love, J. G. and M. N. Walsh, Intraspinal protrusion of intervertebral disks; Arch. Surg., 40, (1940), 454-484.

Luck, J. C., W. Leith and W. S. Burrage, Pantopaque meningitis due to sensitivity; Radiology, 57, (1951), 878-881.
Luyendijk, W., Canalography as a diagnostic aid in a case of compression of the cauda equina; Folia Psychiatrica, Neurologica et Neurochirurgica Neerlandica, 56, (1953), 488-490.
Luyendijk, W., Congenital extradural cyst; Arch. Chir. Neerl., 7, (1955), 23-27.
Luyendijk, W., Indicaties en techniek van de hypophysectomie bij patiënten met gemetastaseerd mamma-carcinoom; Zevende Jaarboek van Kankeronderzoek en kankerbestrijding in Nederland, 1957, 94-98.
Luyendijk, W., Ervaringen met hypofysectomie bij het gemetastaseerde mamma-carcinoom; Ned. Tijdschr. v. Geneesk., 104, (1960), 2425-2427.
Luyendijk, W., and E. A. del Prado, Peridurography in the lumbosacral region; Camera Radiologica, 1958, 27-40.

MacCarty, W. C. Jr., and F. W. Lane, Pitfalls of Myelography; Radiology, 65, (1955), 663-670.
MacRae, D. L., Asymptomatic intervertebral disc protrusions; Acta Radiol., 46, (1959), 9-27.
Malmros, R., Den lumbale discusprolaps of ligamentaere rodkompression; E. Munksgaard, Koebenhavn, 1942, (cit.: U. Fernstrom 1956).
Marburg, O., Zur Pathologie der Spinal Ganglien; Arb. Neur. Inst. Wien, 8, (1902), 103.
Marchand, J., A. Dijian und J. Levemieux, A propos du retrait de la substance opaque au cours de la myelographie; J. Radiol., 30, (1949), 27-29.
Marcovich, A. W., A. E. Walker und C. M. Jessico, Früh- und Spätfolgen der Jodölmyelographie; J. amer. med. Ass., 116, (1941), 2247.
Martin, J. P., Thrombosis in superior longitudinal sinus following childbirth; Brit. Med. Journ., 2, (1941), 537-540.
Mascher, W. und G. Okonek, Ueber die Ursachen extraarachnoidaler Lagerung von Jodipinöl bei der Myelographie. Nervenarzt, 19, (1948), 272-275.
Mayfield, F. H. and E. G. Grantham, Spinal extradural cysts; Surgery, 11, (1942), 589-595.
Merei, F. T., Mit klinischen Symptomen einhergehende Cysten der Caudawurzeln; Zbl. Neurochir., 13, (1953), 212-218.
Merritt, H. H. and F. Fremont-Smith, The cerebrospinal fluid; W.B. Saunders Company, Philadelphia and London 1937.
Meyer-Bothling, H. J., Zur Verhinderung und Behandlung von Krämpfen durch Lokalanästhesie; Ztschr. Laryng., 30, (1951), 503-505.
Meyler, L., Schadelijke nevenwerkingen van geneesmiddelen; 1954, Ed. Elsevier Publ. Cy, Amsterdam, 116-117.
Michelsen, J. J., Neurologic manifestations following spinal anesthesia; Neurology, 2, (1952), 255-259.
Mifka, P., Ueber Komplikationen der Myelographie. Wien. klin. Wschr., 59, (1947), 700-702.
Mifka, P., Ueber die lumbale Myelographie; Wien. med. Wchschr., 105, (1955), 364-365.
Millekan, C. H., The problem of evaluating treatment of protruded lumbar intervertebral discs. Observations in results of conservative and surgical treatment in 429 cases; J. Am. Med. Ass., 155, (1954), 1141.
Moretz, H. and W. D. Hankins, Discrepancies in myelography: statistical surgery of 200 operative cases undergoing pantopaque myelography; Surg. Gyn. Obst., 86, (1948), 559.
Mulder, J. D., De behandeling van de lumbale hnp van orthopedisch standpunt gezien; Geneeskundige Gids, 39, (1961), 102-104.

Nachlas, I. W. (research Committee of the American Orthopedic Association), End result study of the treatment of herniated nucleus pulposus by excision with fusion and without fusion; J. Bone Joint Surg., 34A, (1952), 981.
Naylor, A., Changes in the human intervertebral disc with age; Proc. Roy. soc. med., 51, (1958), 573-576.
Neumann, H. W. und K. Strohmayer, Abrodil-Myelographie zur Sicherung der Diagnose der lumbalen Pulposushernie; Med., Klin., 46, (1951), 888-890.
Notter, G., Lumbalmyelographie mit Abrodil; Fschr. Röntgenstr., 76, (1952), 754-761.
Numans, S. R. und E. Havinga, Die Wirkungsweise von Lokalanaesthetika bei der Epiduralinjection; Recueil des Trav. Chim. Pays-Bas, 62, (1943), 7-13.

O'Connel, J. E. A., Protrusion of the lumbar intervertebral discs, a clinical review based on 500 cases treated by excision of the protrusion; J. Bone Joint Surg., 33, (1951), 8.
O'Connel, J. E. A., Intervertebral disk protrusions in childhood and adolescence; Brit. Journ. Surg., 47, (1960), 611.
Odell, R. T. and J. A. Key, Lumbar disc syndrome caused by malignant tumors of bone; J.A.M.A., 157, (1955), 213.
Odén, S., Diagnosis of spinal tumors by means of gas myelography; Acta Radiol., 40, (1953), 301-313.
Oschkaderow, W. I., Beitrage zur Frage der Abflusswege der Cerebrospinalflüssigkeit des Gehirns und des Rückenmarcks; Anat. Anz., 82, (1936), 441-472.
Ouchi, M., Ueber den Einfluss des Jodöls bei der intraduralen Myelographie; Zbl. Neurol., 82, (1936), 604.

Padberg, G., Perineurale wortelkystes; Ned. Tijdschr. v. Geneesk., 103, (1959), 2054-2057.
Panter, K., Ueber Komplikationen und Gefahren bei der Abrodilmyelographie; Dtsch. med., Wschr., 78, (1953), 937-940.
Peacher, W. G. and R. C. L. Robertsen, Pantopaque Myelography: Results, Comparison of Contrast Media, and Spinal fluid reaction; J. Neurosurg., 2, (1945), 220-231.
Penzholz, H., Gefahren der Peridurographie mit Perabrodil; Zbl. Neurochir., 11, (1951), 260-268.
Petit-Dutaillis, D., Réflexions sur les sciatiques chirurgicales et leur traitement d'après 170 cas operés; Schweiz. Med. Wschr., 75, (1945), 875.
Petit-Dutaillis, D., et S. de Sèze, Sciatiques et lombalgies par hernie postérieure des disques intervertébraux; Masson et Co., Paris, 1945.
Prader, A., Die Entwicklung der Zwischenwirbelscheibe beim menschlichen Keimling; Acta Anat., 3, (1947), 68.
Prévot, Können Röntgenkontrastmittel zu allergischen Reaktionen führen? Dtsch. med. Wschr., 79, (1954), 1836.
Prick, J. J. G. en J. A. H. Hoefnagels, Arachnitis spinalis adhaesiva na myelographie; Psychiat.-Neurol. Bl., 48, (1944), 93.

Raaf, J., Quelques observations concernant 905 malades operés pour protrusion de hernie discale lombaire; Amer. Journ. Surg., 97, (1959), 388-399.
Raaf, J. and G. Berglund, Results of operations for the lumbar protruded intervertebral disk; J. Neurosurg., 6, (1949), 160-168.
Ramsey, G. H., J. D. French and W. H. Strain, Iodinated organic compounds contrast media for radiographic diagnosis. Pantopaque myelography; Radiology, 43, (1944), 236-240.
Ramsey, H. J., Fat in the epidural space in young and adult cats; Amer. Journ. of Anat., 104, (1959), 345-380.

Ramsey, H. J., Comparative morphology of fat in the epidural space; Amer. Journ. of Anat., 105, (1959), 219-232.
Reischauer, F., Untersuchungen über den lumbalen und cervicalen Bandscheibenvorfall; G. Thieme, Stuttgart, 1949.
Rexed, B., Arachnoidal proliferations with cystformation in human spinal nerve roots at their entry into the intervertebral foramina; Journ. Neurosurg., 4, (1947), 414-421.
Ritter, U., Fehldeutungen und Gefahren der Peridurographie; Fortschr. Röntgenstr., 75, (1951), 346-351.
Rodriquez de Malta, T., Acta Soc. Cir. Madrid, 2, (1933), 165; (cit.: Junge, 1949).
Roofe, P. G., Innervation of annulus fibrosus and posterior longitudinal ligament; Arch. Neurol. Psychiat., 44, (1940), 100-103.
Rosenfeld, W., Die röntgenologische Darstellung des Periduralraumes und ihre diagnostische Bedeutung; Nervenarzt, 21, (1950), 304-307.
Ross, P. and F. Jelsma, Postoperative analysis of 366 consecutive cases of herniated lumbar discs; Am. J. Surg., 84, (1952), 657.
Rudin, D. O., K. Fremont-Smith and H. K. Becher, Permeability of dura mater to epidural procaine in dogs; J. appl. Physiol., 3, (1951), 388.
Rummel, H., Zur Sakralanästhesie; Zbl. f. Chir., 1929, 169-179.

Saiz, G. und M. Gortan, Die Erforschung des epiduralen Raumes durch Lipjodol; Ztschr. f.d. ges. Neurol. u. Psychiat., 115, (1928), 108-130.
Säker, G., Die Kontrastmittel der Myelographie; Nervenarzt, 18, (1947), 216-220, 323.
Säker, G., Röntgenologische Darstellungsmethoden und -indikationen der hinteren Bandscheibenprolapse; Nervenarzt, 21, (1950), 20-26.
Sanford, H. and H. P. Doub, Epidurography, method of roentgenologic visualisation of protruded intervertebral discs; Radiology, 36, (1941), 712-716.
Sarpyener, M. A., Congenital stricture if the spinal canal; J. Bone Joint Surg., 27, (1945), 70.
Sarpyener, M. A., Spina bifida aperta and congenital stricture of the spinal cord; J. Bone Joint Surg., 29, (1947), 817.
Scheiffarth, F. und A. Bulitta, Die Kontrastdarstellung des Periduralraumes mit Perabrodil in der Diagnostik des Bandscheibenvorfalls; Ärztl. Wschr., 6, (1951), 318-322.
Schlesinger, H., Beiträge zur Klinik der Rückenmarks- und Wirbeltumoren; Jena, G. Fischer 1898.
Schmorl, G. und H. Junghans, Die gesunde und kranke Wirbelsäule im Röntgenbild; Fortschr. Röntgenstr., 43, Leipzig, 1932.
Schnitker, M. T. and G. T. Booth, Pantopaque myelography for protruded discs of the lumbar spine; Radiology, 45, (1945), 370-376.
Schreiber, F. and B. Hadded, Lumbar and sacral cysts causing pain; J. Neurosurg., 8, (1951), 504-509.
Schurr, P. H., Sacral extradural cyst: an uncommon cause of low back pain; J. Bone Joint Surgery, 37B, (1955), 601-605.
Scott, M., Surgery of the spinal cord and column; Progress in Neurology and Psychiatry, 10, (1955), 339-356.
Scott, J. C., Stress factors in the disc syndrome; J. Bone Joint Surg., 37B, (1955), 107.
Scoville, W. B., W. H. Moretz and W. D. Hankins, Discrepancies in myelography: statistical survey of 200 operative cases undergoing pantopaque myelography; Surg. Gyn. Obst., 86, (1948), 559.
Seaman, W. B., S. N. Marder and H. E. Rosenbaum, The myelographic appearance of adhesive spinal arachnoiditis; J. Neurosurg., 10, (1953), 145-153.
Seaman, W. B. and L. T. Furlow, The myelographic appearance of sacral cysts; J. Neurosurg., 13, (1956), 88-94.
Seeley, S. F., C. W. Hughes and E. J. Jahnke, Major vessel damage in lumbar disc operation; Surgery, 35, (1954), 421.

Shenkin, H. E., R. C. Horn and F. C. Grant, Lesions of the spinal epidural space producing cord compression; Arch. Surg., 51, (1945), 125-146.
Shinners, B. M. and W. B. Hamby, The results of surgical removal or protruded lumbar intervertebral disks; J. Neurosurg., 1, (1944), 117-122.
Shinners, B. M. and W. E. Hamby, Protruded lumbar intervertebral disk; J. Neurosurg., 6, (1949), 450-457.
Sicard, J. A. et R. Cestan, Etude de la traversée meningoradiculaire au niveau du trou de conjugaison. Le nerf de conjugaison (nerf radiculair spinal). Quelques deductions cliniques; Bull. Soc. med. Hôp. Paris, 21, (1904), 715-725.
Sicard, J. A. et J. Forestier, Méthode radiographique d'exploration de la cavité épidurale par le lipiodol; Revue Neur., 28, (1921), 1264.
Sicard, J. A. et J. Forestier, Méthode générale d'exploration radiologique par l'huile iodée (lipiodol); Bull. et Mem. Soc. des Hôp. de Paris, 46, (1922), 463.
Sicard, J. A. et J. Forestier, Injections intravasculaires d'huile iodée sous contrôle radiologique; Compt. rend. Soc. de Biol., 88, (1923), 1200-1202.
Sicard, J. A. et J. Forestier, Diagnostic et thérapeutique par le lipiodol; Masson et Co., Paris 1928.
Sicard, A., M. Boureau et A. Leca, Les hernies du 3e disque lombaire; Presse Medicale, 66, (1958), 1807-1809.
Sillevis Smitt, W. G. und W. Smit, Cauda syndrome bei präsakralen Tumoren; Dtsch. Ztschr. f. Nervenkh., 131, (1933), 91-103.
Smolik, E. A. and F. P. Nash, Lumbar spinal arachnoiditis: A complication of the intervertebral disc operation; Ann. Surg., 133, (1951), 490-495.
Southworth, J. L. and R. A. Hingson, Continuous caudal analgesia in surgery; Ann. Surg., 118, (1943), 945.
Spurling, R. G., Lesions of the lumbar intervertebral disc; C. C. Thomas Publisher, Springfield Ill. 1953.
Spurling, R. G., and E. G. Grantham, The end-results of surgery for ruptured lumbar intervertebral discs; a follow-up study of 327 cases; J. of Neurosurgery, 6, (1949), 57-64.
Steenwinkel, F. L. M., Dysbasia cum dysstasia, een compressiesyndroom van de lumbale wortels; Ned. Tijdschr. v. Geneesk., 103, (1959), 2005-2009.
Steinbach, H. L. and W. B. Hill, Pantopaque pulmonary embolism during myelography; Radiology (Am), 56, (1951), 735-738.
Stelzner, F., Evipannatrium als Therapie der novocainvergiftung; Münch. med. Wschr., 93, (1951), 1467-1470.
Stenzel, E., Wirbelfraktur nach Perabrodilschädigung der Rückenmarkswurzeln mit Muskelkrämpfen; Nervenarzt, 24, (1953), 392-393.
Stölzner, Ist die Myelographie mit Lipiodol unbedenklich? Zbl. Chir., 54, (1927), 3274-3277.
Strain, W. H., J. D. French and G. E. Jones, Jodinated organic compounds as contrast media for diagnosis: escape of Pantopaque from subarachnoid space in dogs; Radiology (Am), 47, (1946), 47-50.
Strully, K. J., Meningeal diverticula of sacral nerve roots (perineural cysts); J. Amer. med. Ass., 161 (1956), 1147-1152.
Strully, K. J. and S. Heiser, Lumbar and sacral cysts of meningeal origin; Radiology, 62, (1954), 544-549.
Stump, J., Beitrag zur Abrodilmyelographie; Diss., Zürich, 1951.
Suh, T. H. and L. Alexander, Vascular system of the human spinal cord; Arch. Neurol., Psych., 41, (1939), 659-677.
Svien, H. J., H. W. Dodge and J. D. Camp, The importance of spinal fluid analysis and contrast myelography when protruded lumbar disc is suspected; Surg. Gyn. Obst., 93, (1951), 643.
Swanson, H. S. and E. F. Fincher, Extradural arachnoidal cysts of traumatic origin; J. Neurosurg. 4, (1947), 530-538.

Tahari, Z. E., P. Riemenschneider and Ecker, Myelography diagnosis of sacral perineural cyst; J. Neurosurg., 9, (1952), 93-95.
Tanon, L., Les artères de la moelle dorso-lombaire; Considérations anatomiques et cliniques, Thesis, Paris, 1908.
Taptas, J. N., Les hernies des trois premiers disques lombaires; Presse Médicale, 68, (1960), 1130-1132.
Taren, J. A., Unusual complication following pantopaque myelography; J. Neurosurg., 17, (1960), 323-326.
Tarlov, I. M., Structure of the filum terminale; Arch. Neurol. Psych., 40. (1938), 1.
Tarlov, I. M., Perineural cysts of the spinal nerve roots; Arch. Neurol. Psychiat., 40, (1938), 1067-1074.
Tarlov, I. M., Pantopaque meningitis disclosed at operation; J. Amer. med. Ass., 129, (1945), 1014-1016.
Tarlov, I. M., Cysts of the sacral roots; another cause (removable) of sciatic pain; J. Amer. med. Ass., 138, (1948), 740-744.
Tarlov, I. M., Cysts of the sacral nerve roots, clinical significance and pathogenesis; Arch. Neurol. Psychiat., 68, (1952), 94-108.
Tarlov, I. M., Sacral nerve root cysts: pathogenesis and clinical significance; J. nerv. ment. Dis., 117, (1953), 156-157.
Tarlov, I. M., Sacral nerve root cysts, another cause of the sciatic or cauda equina syndrome; Ed. Thomas Springfield, Ill., 1953.
Teneff, S., Low back pain and sciatica due to posterior compression; J. Int. Coll. Surg., 28, (1957), 146.
Themel, K., Jodipinschäden nach Myelographie; Zbl. Chir., 77, (1952), 1508.
Thompson, J. E., An anatomical and experimental study of sacral anaesthesia; Ann. Surg., 66, (1917), 718-727.
Tiwisina, T., Kontrastdarstellung des Periduralraums mit Perabrodil zum Nachweis des hinteren Bandscheibenvorfalles (Peridurographie); Chirurg, 22, (1951), 247-250.
Töndury, G., Ueber den Ramus Meningicus Nervi Spinalis; Praxis, 26, (1937), 3.
Töndury, G., Die Entwicklung funktioneller Strukturen im Bereich der Zwischenwirbelscheiben; Schweiz. med. Wschr., 77, (1947), 643.
Toumey J. W., L. J. Poppen and M. T. Hurley, Cauda equina tumors as a cause of the low back syndrom; J. Bone Joint Surg., 32A, (1950), 249.
Tretjakoff, D., Das epidurale Fettgewebe; Ztschr. Anat., 79, (1926), 110-111.
Turnbull, F., Spinal extradural cyst; Canad. med. Ass. J., 41, (1939), 250-253.
Turner, O. A., Spinal extradural cyst. Report of a case, with particular reference to a possible diagnostic aid; Arch. Neur. Psych., 58, (1947), 593-600.

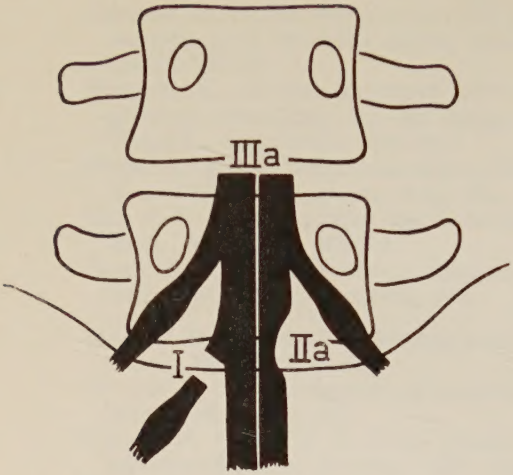
Uehlinger, E. und O. Gsell, Das Krankheitsbild der spinalen Varikose; Helvetica Medica Acta, 11, (1944), 1/2 85-96.
Uthgenannt, H., Die Bedeutung der Abrodilmyelographie in der Ischiasdiagnostik; Frschr. Röntgenstr., 73, (1950), 726-735.

Verbiest, H., Die Epidermoide des Rückenmarkes; Zbl. f. Neurochir., 4, (1939), 129-141.
Verbiest, H., Primaire stenose van het lumbale wervelkanaal bij volwassenen, een nieuw ziektebeeld; Ned. Tijdschr. v. Geneesk., 94, (1950), 2415-2433.
Verbiest, H., Unusual forms of compression of the cauda equina; Madrid, April 26, 1951.
Verbiest, H., Nadere mededelingen over de primaire stenose van het lumbale wervelkanaal bij volwassenen; Ned. Tijdschr. v. Geneesk., 95, (1951), 1965-1970.
Verbiest, H., De operatieve behandeling van de lumbale discusprolaps; Ned. Tijdschr. v. Geneesk., 97, (1953), 3181-3189.
Verbiest, H., Moderne overwegingen over compressio medullae; Ned. Tijdschr. v. Geneesk., 42, (1954), 2972-2982.

VERBIEST, H., A radicular syndrome from developmental narrowing of the lumbar vertebral canal; J. Bone Joint Surg., 36B, (1954), 230.
VERBIEST, H., Further experiences on the pathological influence of a developmental narrowness of the bony lumbar vertebral canal; J. Bone Joint Surg., 37B, (1955), 576-583.
VERBIEST, H., Nieuwe ervaringen over de pathologische invloed van een aangeboren vernauwing van het benige lendewervelkanaal; Ned. Tijdschr. v. Geneesk., 100, (1956), 1606-1610.
VERBRUGGHEN, A., Deleterious effect of lipiodol and alcohol injections on tissues of central nervous system; Surg. clin. N. Amer., 26, (1942), 255.
VET, A. C. DE, Behandeling van de hernia nuclei pulposi; Ned. Tijdschr. v. Geneesk., 91, (1947), 493-504.
VINKE, T. H. and E. H. WHITE, Congenital narrowing of the lumbosacral space; Surg. Gyn. Obstr., 76, (1943), 551.

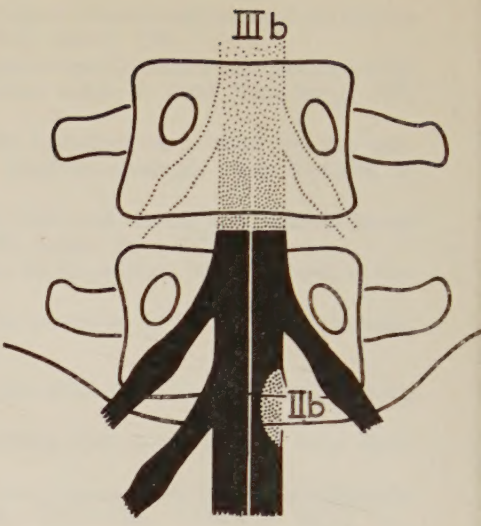
WAHREN, H., Herniated nucleus pulposus in a child of twelve years; Acta Orthop. Scand., 16, (1945), 40-42.
WALKER, C. S., Calcification of intervertebral discs in children; J. Bone Joint Surg., 36B, (1954), 601.
WALSH, M. N. and J. G. LOVE, Meningeal response following subarachnoidal injection of iodized oil; Proc. Staff. Meet. Mayo Clin., 13, (1938), 792.
WARIS, W., Lumbar disc herniation; Acta chir. Scand., suppl. 140, (1948).
WEBB, J. A., H. J. SVIN and R. L. J. KENNEDY, Protruded lumbar intervertebral discs in children; J.A.M.A., 154, (1954), 1153.
WEBER, G., Zur Diagnose und Behandlung lumbaler Diskushernien; Praxis, 37, (1948), 419-424.
WEBER, G., Konservative oder chirurgische Ischiasbehandlung; Praxis, 39, (1950), 483.
WEESE, H., A propos de l'anesthésie péridurale par implants adsorbants; Anesthésie et Analgésie, 8, (1951), 601-604.
WEIFORD, E., Sacral perineural cysts; with case report; Cleveland Clinic Quart, 17, (1950), 106.
WERFF, J. TH. V. D. en J. J. PRICK, Myelographie met snel resorbeerbare contrastmiddelen ter vaststelling ener hernia nuclei pulposi; Ned. Tijdschr. v. Geneesk., 93, (1949), 853-859.
WILD, H. und J. LEHMANN, Weitere Erfahrungen mit Pantopaque bei der Myelografie; Fortschr. Röntgenstr., 73, (1950), 213.
WILD, H. und J. LEHMANN, Erfahrungen mit der Pantopaque-Myelografie; Fortschr. Röntgenstr., 73, (1950), 213-219.
WILLIAMS, J. M., Focal spinal arachnoiditis complicating spinal anaesthesia; J. intern. Coll. of Surg., 22, (1954), 18.
WOOLSEY, R. D. and L. J. K. TSANG, A review of three hundred cases of protruded intervertebral discs treated surgically; J. Intern. Coll. Surg., 18, (1952), 456.
WRIBERG, G., Back pain in relation to the nerve supply of the intervertebral disk; Acta Orthopaed. Scand., 19, (1949), 211.

ZAAYER, J. H., De prolaps der tussenwervelschijf; Geneesk. Bladen, 40, 1949.
ZAAYER, J. H., Nieuwe gezichtspunten, wat betreft de aetiologie en diagnostiek van prolapsus nuclei pulposi; Ned. Tijdschr. v. Geneesk., 94, (1950), 3599-3601.
ZANDER, L. und F. BRUSSARIS, Zur Symptomatologie der Diskushernie der 3 Lendenbandscheibe; Acta neurochir., 3, (1952), 64.
ZEH, W., Die raumbeschränkende spinalen Prozesse; Fortschr. Neur. Psychiat., 22, (1954), 277-356.
ZIEDSES DES PLANTES, B. G., De gevolgen der lumbale punctie; Ned. Tijdschr. v. Geneesk., 92, (1948), 1674-1678.
ZIEDSES DES PLANTES, B. G., De indicatie tot neuroröntgenologisch onderzoek met contraststoffen; Ned. Tijdschr. v. Geneesk., 100, (1956), 1195-1197.



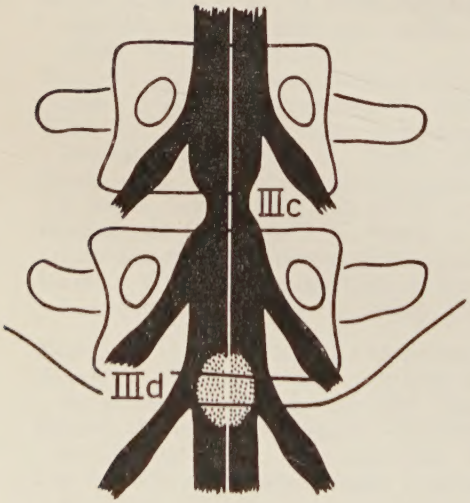
Afb. 7. Schematische afbeelding van de grondpatronen, I, IIa en IIIa.

Fig. 7. Schematic representation of basic patterns I, IIa, and IIIa.



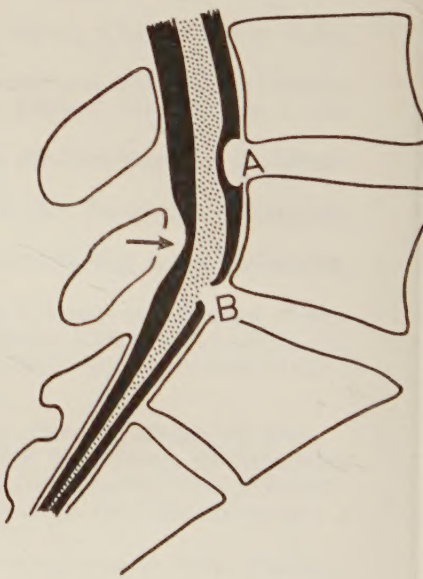
Afb. 8. Schematische afbeelding van de grondpatronen IIb en IIIb.

Fig. 8. Schematic representation of basic patterns IIb and IIIb.



Afb. 8a. Schematische afbeelding van de grondpatronen IIIc en IIId.

Fig. 8a. Schematic representation of basic patterns IIIc and IIId.



Afb. 9. Schematische afbeelding van de grondpatronen A en B.

Fig. 9. Schematic representation of basic patterns A and B.

GRONDPATRONEN

VOORACHTERWAARTSE PROJECTIE

I onderbreking of plaatselijke intensiteitsverflauwing van de periradiculaire schaduw;

II eenzijdig defect van de centrale contrastkolom, met als ondervormen:
a. zijdelingse inbochting,
b. plaatselijke intensiteitsvermindering in de laterale zone van de centrale schaduw;

III symmetrisch defect van de centrale contrastkolom, met als ondervormen:
a. volledige onderbreking van de centrale contrastzuil,
b. intensiteitsvermindering over de gehele breedte van de centrale schaduw.
c. taillering van de centrale contrastkolom,
d. intensiteitsvermindering van de middenzone van de centrale schaduw.

ZIJDELINGSE PROJECTIE

A naar dorsaal gerichte oplichting van de ventrale contrastband;

B plaatselijke onderbreking van de ventrale contrastband.

BASIC PATTERNS

Anteroposterior projection

I interruption or local reduction of intensity of the periradicular shadow;

II unilateral defect of the central contrast column, with the following subdivisions:
a. lateral indentation,
b. local reduction of intensity in the lateral zone of the central shadow,

III symmetric defect of the central contrast column, with the following subdivisions:
a. complete interruption of the central contrast column,
b. reduction of intensity over the entire width of the central shadow,
c. constriction of the central contrast column,
d. reduction of intensity in the middle zone of the central shadow.

Lateral projection

A shifting of the ventral contrast band dorsally;

B local interruption of the ventral contrast band.